



*IFW*

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of : **Mail Stop: ISSUE FEE**  
Atsushi YAMAMOTO et al. : **Confirmation No. 9393**  
Serial No. 10/629,786 : **[Group Art Unit 2821**  
Filed July 30, 2003 : **Examiner Tho Gia Phan]**

WAVEGUIDE ANTENNA APPARATUS  
PROVIDED WITH RECTANGULAR  
WAVEGUIDE AND ARRAY ANTENNA  
APPARATUS EMPLOYING THE  
WAVEGUIDE ANTENNA APPARATUS

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT AND  
REQUEST FOR SUPPLEMENTAL NOTICE OF ALLOWABILITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Applicants are submitting herewith a certified copy of the priority document, Japanese Patent Application No. 2002-223239, filed July 31, 2002. Accordingly, Applicants kindly request that the Examiner provide Applicants with a Supplemental Notice of Allowability acknowledging that the certified copy of the priority document has been received.

Respectfully submitted,

Atsushi YAMAMOTO et al.

THE COMMISSIONER IS AUTHORIZED  
TO CHARGE ANY DEFICIENCY IN THE  
FEES FOR THIS PAPER TO DEPOSIT  
ACCOUNT NO. 23-0975

By

*Kenneth W. Fields*

Kenneth W. Fields  
Registration No. 52,430  
Attorney for Applicants

KWF/kes  
Washington, D.C. 20006-1021  
Telephone (202) 721-8200  
Facsimile (202) 721-8250  
September 30, 2004

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE BEST AVAILABLE COPY

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月31日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-223239

ST.10/C ]:

[JP2002-223239]

出 願 人  
Applicant(s):

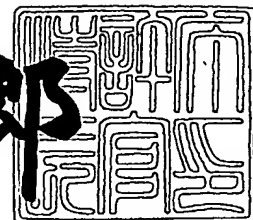
松下電器産業株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2003年 2月28日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3011923

【書類名】 特許願

【整理番号】 183039

【提出日】 平成14年 7月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01Q 13/00  
H01Q 13/10

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式  
会社内

【氏名】 山本 温

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式  
会社内

【氏名】 岩井 浩

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式  
会社内

【氏名】 小川 晃一

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100062144

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 葆

【選任した代理人】

【識別番号】 100086405

【弁理士】

【氏名又は名称】 河宮 治

【選任した代理人】

【識別番号】 100098280

【弁理士】

【氏名又は名称】 石野 正弘

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013262

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9602660

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 導波管アンテナ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 互いに対向する接地導体及び天井導体と、上記接地導体と上記天井導体とを連結しかつ互いに対向する 2 つの側面導体とから構成され、一端が終端導体により短絡されかつ他端が開放された方形導波管と、

一端が上記天井導体であって上記開放された方形導波管の他端の近傍に電氣的に接続されかつ他端が上記接地導体に位置する給電部に電氣的に接続されたアンテナ素子とを備え、

上記天井導体の上記開放された他端側の一部の部分が除去され、上記給電部に給電された無線信号の電波は、上記天井導体の除去された部分及び上記方形導波管の開放された他端から放射されることを特徴とする導波管アンテナ装置。

【請求項 2】 上記接地導体と電氣的に接続され、上記導波管アンテナ装置の入力インピーダンスを調整するための少なくとも 1 つの整合導体をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 記載の導波管アンテナ装置。

【請求項 3】 上記整合導体のうち少なくとも 1 つは上記アンテナ素子と電氣的に接続されたことを特徴とする請求項 2 記載の導波管アンテナ装置。

【請求項 4】 上記整合導体のうち少なくとも 1 つは上記天井導体と電氣的に接続されたことを特徴とする請求項 2 記載の導波管アンテナ装置。

【請求項 5】 上記接地導体と電氣的に接続され、上記導波管アンテナ装置の指向特性を変化させるための少なくとも 1 つの指向特性制御導体をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のうちのいずれか 1 つに記載の導波管アンテナ装置。

【請求項 6】 上記指向特性制御導体は、

上記接地導体に電氣的に接続され、上記接地導体に対して実質的に垂直となるように設けられ、上記接地導体に対して実質的に垂直な平面の指向特性を制御するための第 1 の導体部分と、

上記第 1 の導体部分に接続され、上記接地導体に対して実質的に平行となるように設けられ、上記接地導体に対して実質的に平行な平面の指向特性を制御する

ための第 2 の導体部分とを備えたことを特徴とする請求項 5 記載の導波管アンテナ装置。

【請求項 7】 互いに対向する接地導体及び天井導体と、上記接地導体と上記天井導体とを連結しかつ互いに対向する 2 つの側面導体とから構成され、両端が終端導体により短絡された方形導波管と、

一端が上記天井導体に電氣的に接続されかつ他端が上記接地導体に位置する給電部に電氣的に接続されたアンテナ素子と、

上記天井導体において、上記方形導波管の一端までの距離と、その他端までの距離とが実質的に異なる位置であって、上記方形導波管の幅方向にわたって形成された少なくとも 1 つのスリットとを備え、

上記給電部に給電された無線信号の電波は、上記スリットから放射されることを特徴とする導波管アンテナ装置。

【請求項 8】 上記スリットは、上記天井導体におけるアンテナ素子との接続点と、上記終端導体との間の位置に形成されたことを特徴とする請求項 7 記載の導波管アンテナ装置。

【請求項 9】 上記接地導体と電氣的に接続され、上記導波管アンテナ装置の入力インピーダンスを調整するための少なくとも 1 つの整合導体をさらに備えたことを特徴とする請求項 7 又は 8 記載の導波管アンテナ装置。

【請求項 10】 上記整合導体のうち少なくとも 1 つは上記アンテナ素子と電氣的に接続されたことを特徴とする請求項 9 記載の導波管アンテナ装置。

【請求項 11】 上記整合導体のうち少なくとも 1 つは上記天井導体と電氣的に接続されたことを特徴とする請求項 9 記載の導波管アンテナ装置。

【請求項 12】 互いに対向する接地導体及び天井導体と、上記接地導体と上記天井導体とを連結しかつ互いに対向する 2 つの側面導体とから構成され、一端が終端導体により短絡された方形導波管と、

一端が上記天井導体であって上記開放された方形導波管の他端の近傍に電氣的に接続されかつ他端が上記接地導体に位置する給電部に電氣的に接続されたアンテナ素子と、

上記天井導体において、上記方形導波管の幅方向にわたって形成された少なく

とも1つのスリットとを備え、

上記天井導体及び上記2つの側面導体の上記開放された他端側の各少なくとも一部の部分が除去され、上記給電部に給電された無線信号の電波は、上記天井導体の除去された部分及び上記方形導波管の開放された他端から放射されることを特徴とする導波管アンテナ装置。

【請求項13】 上記接地導体と電氣的に接続され、上記導波管アンテナ装置の入力インピーダンスを調整するための少なくとも1つの整合導体をさらに備えたことを特徴とする請求項12記載の導波管アンテナ装置。

【請求項14】 上記整合導体のうち少なくとも1つは上記アンテナ素子と電氣的に接続されたことを特徴とする請求項13記載の導波管アンテナ装置。

【請求項15】 上記整合導体のうち少なくとも1つは上記天井導体と電氣的に接続されたことを特徴とする請求項13記載の導波管アンテナ装置。

【請求項16】 上記接地導体と電氣的に接続され、上記導波管アンテナ装置の指向特性を変化させるための少なくとも1つの指向特性制御導体をさらに備えたことを特徴とする請求項12乃至15のうちのいずれか1つに記載の導波管アンテナ装置。

【請求項17】 上記指向特性制御導体は、

上記接地導体に電氣的に接続され、上記接地導体に対して実質的に垂直となるように設けられ、上記接地導体に対して実質的に垂直な平面の指向特性を制御するための第1の導体部分と、

上記第1の導体部分に接続され、上記接地導体に対して実質的に平行となるように設けられ、上記接地導体に対して実質的に平行な平面の指向特性を制御するための第2の導体部分とを備えたことを特徴とする請求項16記載の導波管アンテナ装置。

【請求項18】 上記方形導波管の内部空間の少なくとも一部の空間を誘電体で充填したことを特徴とする請求項1乃至17のうちのいずれか1つに記載の導波管アンテナ装置。

【請求項19】 上記接地導体は互いに対向する第1と第2の面を有する誘電体基板の第1の面上に形成された導体パターンにより形成され、

上記天井導体は上記誘電体基板の第 2 の面上に形成された導体パターンにより形成され、

上記側面導体及び上記終端導体は上記誘電体基板をその厚さ方向に形成されたスルーホールに導体を充填してなる複数のスルーホール導体により形成されたことを特徴とする請求項 1 8 記載の導波管アンテナ装置。

【請求項 2 0】 上記導波管アンテナ装置は、円形状の底面を有するレドームにより被覆されたことを特徴とする請求項 1 乃至 1 9 のうちのいずれか 1 つに記載の導波管アンテナ装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0 0 0 1】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、方形導波管を備えて構成された導波管アンテナ装置に関する。

##### 【0 0 0 2】

#### 【従来技術】

図 4 7 は水平面において双指向性を有する従来技術のアンテナ装置の構成を示す斜視図であり、図 4 8 は図 4 7 のアンテナ装置の放射指向特性を示すグラフであり、ここで、図 4 8 (a) は X Y 平面の放射指向特性を示すグラフであり、図 4 8 (b) は X Z 平面の放射指向特性を示すグラフである。図 4 7 において、説明のために図示された X Y Z 座標系を参照する。この明細書において、X 軸方向を X 方向といい、正の X 方向を + X 方向といい、負の X 方向を - X 方向という。また、Y 軸方向や Z 軸方向についても同様とする。

##### 【0 0 0 3】

図 4 7 において、従来技術のアンテナ装置は、X Y 平面上に位置する底面の接地導体 1 1 2 と、アンテナ装置の上面（以下、アンテナ天井部という。）にこの接地導体 1 1 1 に対向して配置された線状の天井導体 1 1 1 a 及び矩形形状の天井導体 1 1 1 b 及び 1 1 1 c と、アンテナ装置の側面になる 4 つの側面導体 1 1 3 a, 1 1 3 b, 1 1 3 c, 1 1 3 d とにより形成された中空筐体を有し、これら接地導体 1 1 2、側面導体 1 1 3 a 乃至 1 1 3 d 並びに天井導体 1 1 1 a 及び 1 1 1 b は、互いに電氣的に接続されるように連結され、かつ Y Z 平面と X Z 平



面に対してそれぞれ対称な直方体形状の中空筐体を構成している。アンテナ天井部においてほぼ中央部に、Y軸と平行に延在する天井導体111aと、天井導体111bとの間に矩形開口部116が形成されるとともに、天井導体111aと天井導体111cとの間に矩形開口部117が形成されることによって、アンテナ天井部に2個の同形状の長方形の開口空間がYZ平面に対して対称に配置される。天井導体111aの長手方向の中央部にある接続点において、導体線からなるアンテナ素子114の一端が半田付け等により機械的にかつ電氣的に接続され、アンテナ素子114の他端は、接地導体112の上面中央部（図中のXY平面の原点）に形成された円形孔115hにおける給電点115で、無線機より無線信号が給電される同軸ケーブルの中心導体（図示せず。）に電氣的に接続され、当該給電点115において、上記同軸ケーブルの接地導体は接地導体112に電氣的に接続される。

#### 【0004】

ここで、天井導体111a乃至111cと側面導体113a乃至113dと接地導体112で囲まれた空間をアンテナ内部といい、アンテナ内部から外側の空間をアンテナ外部という。

#### 【0005】

一例として、接地導体112は、動作周波数に対応する自由空間波長を基準として、1辺が0.76波長の正方形で、側面導体113a乃至113dの高さは0.08波長である。アンテナ天井部は、1本の線状導体である天井導体111aと、2個の長方形導体である天井導体111b及び111cとで構成され、線状の天井導体111aはYZ平面上にY軸と平行に配置され長さが0.76波長でありその両端は側面導体113a及び113cと電氣的に接続されている。また、長方形の天井導体111b及び111cはいずれも、X軸と平行な辺の長さが0.19波長でY軸に平行な辺の長さが0.76波長であり、アンテナ天井部のX方向両端に配置され側面導体113a乃至113dと電氣的に接続されている。そして、2つの開口部116及び117は、X軸と平行な辺の長さが0.19波長でY軸に平行な辺の長さが0.76波長の長方形であるように形成される。2つの開口部116及び117は、アンテナ天井部の中央部に配置されている。

線状の天井導体 1 1 1 a を挟んで隣接するように配置され、本アンテナ装置は X Z 平面及び Y Z 平面に対して対称な構造である。このときのアンテナ素子 1 1 4 は導体線で構成され、アンテナ素子 1 1 4 の長さは 0. 0 8 波長であり、接地導体 1 1 2 に対して垂直に延在し、アンテナ素子 1 1 4 の上端部はアンテナ天井部の線状の天井導体 1 1 1 a と、天井導体 1 1 1 a の長手方向の中央部において電氣的に接続されている。

## 【 0 0 0 6 】

図 4 8 は一例として上記構造の 2 つの開口空間を備えたアンテナ装置の放射指向特性を示したグラフであり、図 4 8 ( a ) は X Y 平面の放射指向特性を示すグラフであり、図 4 8 ( b ) は X Z 平面の放射指向特性を示すグラフである。アンテナ装置の利得を表す半径方向の目盛りにおいて、1 間隔が 1 0 d B であり、単位はダイポールアンテナの利得を基準にした相対利得の単位 d B d である。図 4 7 に示された、モノポールアンテナのアンテナ装置は、Y 方向への電波の放射が抑制され、+ X 方向と - X 方向への双指向性が得られている。従って、この実施例は、廊下等の細長い室内空間において用いるときに優れた特性を示す。

## 【 0 0 0 7 】

また、本アンテナ装置は、電波を放射させるための開口部 1 1 6 乃至 1 1 7 がアンテナ天井部に配置され、放射源であるアンテナ素子 1 1 4 が接地導体 1 1 2 と側面導体 1 1 3 a 乃至 1 1 3 d により囲まれているため、アンテナ側面方向及び下側におけるアンテナ配置環境による、放射電波への影響が小さい。すなわち、本アンテナ装置を室内の天井等に設置する場合、アンテナ装置を室内の天井に埋め込み、アンテナ装置の天井部が放射空間に面するように室内の天井と揃えて設置することが可能である。これにより天井等から突起物がなくなり、人目に付きにくい景観上好ましいアンテナとなる。

## 【 0 0 0 8 】

また、アンテナ素子 1 1 4 の高さが 0. 0 8 波長であり、通常の 1 / 4 波長モノポールアンテナ素子よりも低くなっている。このように本アンテナ装置の構成によれば、アンテナ素子の低背化の効果もあり、アンテナ装置を室内の天井に埋め込むことが不可能な場合、天井からの突起物が小さく人目に付きにくい景観上

好ましいアンテナ装置となる。

【0009】

さらに、上記の従来技術に係る本アンテナ装置においては、YZ平面、XZ平面に対して対称な構造である場合を示したが、この場合、アンテナ装置からの放射電波の指向特性がYZ平面及びXZ平面に対して対称になるという効果がある。以上のように、このアンテナ装置では、簡単な構造で、所望の双指向性を持つ小型で優れたモノポールアンテナを実現できる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図47に示す従来技術のアンテナ装置には、次のような問題点があった。前述のように、双指向性を得ることは可能であるが、一方向に非常に強い指向性を得ることはできなかった。従来技術のアンテナ装置は廊下等の細長いカバーエリアに適しているが、アンテナ装置を室内の壁際や窓際のようなカバーエリアの端にしか設置できない場合には有効に電波を放射できない。すなわちアンテナ装置の設置場所には制約があった。したがって、アンテナ装置がカバーエリアの端にしか設置できない場合には、アンテナ装置からの放射電波を有効に利用できない従来技術に係るアンテナ装置の構造は不適当といわざるを得なかった。

【0011】

本発明の目的は以上の問題点を解決し、小型・軽量であって、簡単な設計で一方向に非常に強い指向性を得ることが可能なアンテナ装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

第1の発明に係る導波管アンテナ装置は、互いに対向する接地導体及び天井導体と、上記接地導体と上記天井導体とを連結しかつ互いに対向する2つの側面導体とから構成され、一端が終端導体により短絡されかつ他端が開放された方形導波管と、

一端が上記天井導体であって上記開放された方形導波管の他端の近傍に電氣的

に接続されかつ他端が上記接地導体に位置する給電部に電氣的に接続されたアンテナ素子とを備え、

上記天井導体の上記開放された他端側の一部の部分が除去され、上記給電部に給電された無線信号の電波は、上記天井導体の除去された部分及び上記方形導波管の開放された他端から放射されることを特徴とする。

#### 【0013】

上記導波管アンテナ装置において、好ましくは、上記接地導体と電氣的に接続され、上記導波管アンテナ装置の入力インピーダンスを調整するための少なくとも1つの整合導体をさらに備えたことを特徴とする。ここで、上記整合導体のうち少なくとも1つは上記アンテナ素子と電氣的に接続される。もしくは、上記整合導体のうち少なくとも1つは上記天井導体と電氣的に接続される。

#### 【0014】

また、上記導波管アンテナ装置において、好ましくは、上記接地導体と電氣的に接続され、上記導波管アンテナ装置の指向特性を変化させるための少なくとも1つの指向特性制御導体をさらに備えたことを特徴とする。ここで、上記指向特性制御導体は、好ましくは、

上記接地導体に電氣的に接続され、上記接地導体に対して実質的に垂直となるように設けられ、上記接地導体に対して実質的に垂直な平面の指向特性を制御するための第1の導体部分と、

上記第1の導体部分に接続され、上記接地導体に対して実質的に平行となるように設けられ、上記接地導体に対して実質的に平行な平面の指向特性を制御するための第2の導体部分とを備えたことを特徴とする。

#### 【0015】

第2の発明に係る導波管アンテナ装置は、互いに対向する接地導体及び天井導体と、上記接地導体と上記天井導体とを連結しかつ互いに対向する2つの側面導体とから構成され、両端が終端導体により短絡された方形導波管と、

一端が上記天井導体に電氣的に接続されかつ他端が上記接地導体に位置する給電部に電氣的に接続されたアンテナ素子と、

上記天井導体において、上記方形導波管の一端までの距離と、その他端までの

距離とが実質的に異なる位置であって、上記方形導波管の幅方向にわたって形成された少なくとも1つのスリットとを備え、

上記給電部に給電された無線信号の電波は、上記スリットから放射されることを特徴とする。

【0016】

上記導波管アンテナ装置において、好ましくは、上記スリットは、上記天井導体におけるアンテナ素子との接続点と、上記終端導体との間の位置に形成されたことを特徴とする。

【0017】

また、上記導波管アンテナ装置において、好ましくは、上記接地導体と電氣的に接続され、上記導波管アンテナ装置の入力インピーダンスを調整するための少なくとも1つの整合導体をさらに備えたことを特徴とする。ここで、上記整合導体のうち少なくとも1つは上記アンテナ素子と電氣的に接続される。もしくは、上記整合導体のうち少なくとも1つは上記天井導体と電氣的に接続される。

【0018】

第3の発明に係る導波管アンテナ装置は、互いに対向する接地導体及び天井導体と、上記接地導体と上記天井導体とを連結しかつ互いに対向する2つの側面導体とから構成され、一端が終端導体により短絡された方形導波管と、

一端が上記天井導体であって上記開放された方形導波管の他端の近傍に電氣的に接続されかつ他端が上記接地導体に位置する給電部に電氣的に接続されたアンテナ素子と、

上記天井導体において、上記方形導波管の幅方向にわたって形成された少なくとも1つのスリットとを備え、

上記天井導体及び上記2つの側面導体の上記開放された他端側の各少なくとも一部の部分が除去され、上記給電部に給電された無線信号の電波は、上記天井導体の除去された部分及び上記方形導波管の開放された他端から放射されることを特徴とする。

【0019】

上記導波管アンテナ装置において、好ましくは、上記接地導体と電氣的に接続

され、上記導波管アンテナ装置の入力インピーダンスを調整するための少なくとも1つの整合導体をさらに備えたことを特徴とする。ここで、上記整合導体のうち少なくとも1つは上記アンテナ素子と電氣的に接続される。もしくは、上記整合導体のうち少なくとも1つは上記天井導体と電氣的に接続される。

#### 【0020】

また、上記導波管アンテナ装置において、好ましくは、上記接地導体と電氣的に接続され、上記導波管アンテナ装置の指向特性を変化させるための少なくとも1つの指向特性制御導体をさらに備えたことを特徴とする。ここで、上記指向特性制御導体は、好ましくは、

上記接地導体に電氣的に接続され、上記接地導体に対して実質的に垂直となるように設けられ、上記接地導体に対して実質的に垂直な平面の指向特性を制御するための第1の導体部分と、

上記第1の導体部分に接続され、上記接地導体に対して実質的に平行となるように設けられ、上記接地導体に対して実質的に平行な平面の指向特性を制御するための第2の導体部分とを備えたことを特徴とする。

#### 【0021】

上記導波管アンテナ装置において、好ましくは、上記方形導波管の内部空間の少なくとも一部の空間を誘電体で充填したことを特徴とする。ここで、好ましくは、上記接地導体は互いに対向する第1と第2の面を有する誘電体基板の第1の面上に形成された導体パターンにより形成され、

上記天井導体は上記誘電体基板の第2の面上に形成された導体パターンにより形成され、

上記側面導体及び上記終端導体は上記誘電体基板をその厚さ方向に形成されたスルーホールに導体を充填してなる複数のスルーホール導体により形成されたことを特徴とする。

#### 【0022】

また、上記導波管アンテナ装置は、好ましくは、円形状の底面を有するレドームにより被覆されたことを特徴とする。

#### 【0023】

## 【発明の実施形態】

以下、図面を参照して、本発明に係る実施形態について説明する。説明のために、各図に示す三次元のX Y Z座標系を参照する。

## 【0024】

## ＜第1の実施形態＞

図1は、本発明の第1の実施形態に係る開放型導波管アンテナ装置の構成を示した斜視図である。

## 【0025】

図1において、第1の実施形態に係る開放型導波管アンテナ装置は、X Y平面上に位置する底面の正形状の接地導体11と、当該開放型導波管アンテナ装置の上面にこの接地導体11に対向して配置された矩形形状の天井導体15と、上記接地導体11及び上記天井導体15をそれぞれ連結しかつ互いに対向する矩形形状の側面導体14a及び14bとにより形成された方形導波管を備え、上記方形導波管の一方の端部は、矩形形状の終端導体14cによって終端密閉されて短絡される一方、上記方形導波管の他方の端部は、天井導体15の一部が除去されかつ終端導体で終端されていないので開放状態となっている。ここで、これら接地導体11と側面導体14a及び14bと天井導体15と終端導体14cとは、互いに機械的かつ電氣的に接続されるように連結されて、X方向に平行な長手方向（無線信号の電波方向）を有して延在しかつ左端（すなわち－X方向の端部）が閉じられた略直方体形状の方形導波管を構成している。

## 【0026】

次いで、天井導体15の下面の右端近傍（すなわち＋X方向の端部近傍）でありかつY方向の中心における接続点13a（この接続点13aから終端導体14cまでの長さLbは、詳細後述されるように、終端導体14cから管内波長の1/4波長又はその奇数倍の長さに設定される。）に、導体線からなるアンテナ素子13の一端が半田付けにより機械的及び電氣的に接続される一方、アンテナ素子13は接続点13aから下方に向かって垂直に延在し、さらに、アンテナ素子13の他端は、接地導体11上のX軸上に形成された円形孔12hにおいて、接地導体11とは電氣的に絶縁された給電点12に接続され、当該給電点12はさ

らに、例えば同軸ケーブルの中心導体に電氣的に接続され、また、同軸ケーブルの接地導体は接地導体 1 1 に電氣的に接続される。これにより、無線機から無線信号が同軸ケーブルを介して給電点 1 2 に給電される。

#### 【 0 0 2 7 】

なお、天井導体 1 5 は、アンテナ素子 1 3 の接続点 1 3 a の近傍であって + X 方向に若干ずれた位置から + X 方向に向かって方形導波管の他端に至るまでの矩形形状の部分が除去されている。また、この方形導波管のサイズは、放射しようとする無線信号の最低周波数に依存し、すなわち、当該最低周波数を伝搬することができるような方形導波管のサイズを有することが必要とされる。

#### 【 0 0 2 8 】

ここで、上記開放型導波管アンテナ装置において、天井導体 1 5 と側面導体 1 4 a 及び 1 4 b と終端導体 1 4 c と接地導体 1 1 で囲まれた空間をアンテナ内部といい、アンテナ内部から外側の空間をアンテナ外部という。

#### 【 0 0 2 9 】

次に、図 1 及び図 2 を参照して、当該開放型導波管アンテナ装置の動作を説明する。

#### 【 0 0 3 0 】

図 2 ( a ) は図 1 の開放型導波管アンテナ装置の電界分布を示す斜視図であり、図 2 ( b ) は図 1 の開放型導波管アンテナ装置の磁流分布を示す斜視図である。当該開放型導波管アンテナ装置において、電波の放射はアンテナ素子 1 3 を励振することによって行われ、天井導体 1 5 と接地導体 1 1 の間に生じる電界 2 0 1 により電波は放射される。天井導体 1 5 と接地導体 1 1 の間に生じる電界 2 0 1 の向きは図 2 ( a ) のようになる。この電界 2 0 1 を磁流に置き換えて説明すると、図 2 ( b ) のように Y 軸と平行な線状磁流 2 0 2 に置き換えることができる。すなわち、電波の放射は、この磁流 2 0 2 による放射とも見ることができる。この磁流 2 0 2 の振幅は Y 方向の両端で零であってその中央部で最大値となるように正弦関数的に変化する。すなわち、この開放型導波管アンテナ装置は、Y 軸と平行な線状磁流 2 0 2 のダイポールの指向特性を示す。このダイポールにより、X Y 平面と Y Z 平面で垂直偏波の双指向性を得て、X Z 平面において無指向



性を得る。

#### 【0031】

本実施形態の開放型導波管アンテナ装置には磁流202のダイポールに対して-Z方向に接地導体11があり、これが反射板となる。このために電波は+Z方向に強く放射される。さらに、当該開放型導波管アンテナ装置には-X方向に終端導体14cがあり、これが反射板となるために、+X方向に強い指向性を示す。すなわち、当該開放型導波管アンテナ装置の構成により、XYZ座標系の+Z方向でかつ+X方向に強い指向性が得られる。

#### 【0032】

図3は図1の開放型導波管アンテナ装置のXZ平面によって切断された断面図であり、図4(a)は本発明の第1の実施形態の第1の実施例に係る開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図であり、図4(b)は図4(a)の天井導体15のX方向の長さLbに対する開放型導波管アンテナ装置の共振周波数fを示すグラフである。以下、図3と図4を用いて、本実施形態に係る開放型導波管アンテナ装置のインピーダンス特性について説明する。

#### 【0033】

図1から明らかなように、接地導体11と天井導体15と側面導体14a及び14bと終端導体14cにより囲まれた部分は右側一端が短絡された方形導波管と考えられ、天井導体15がアンテナ素子13と接続されている接続点13aの近傍の端部が、方形導波管の開放端となっている。従って、この方形導波管の共振の条件を満たすために、当該開放型導波管アンテナ装置は、図1及び図3に示す、終端導体14cからアンテナ素子13の接続点13aまでの長さLbが管内波長の1/4波長又は1/4波長の奇数倍となる周波数で共振する。方形導波管内における管内波長 $\lambda_g$  [m] は次式で表される。

#### 【0034】

【数1】

$$\lambda_g = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{f}{c}\right)^2 - \left(\frac{1}{2W}\right)^2}}$$

【 0 0 3 5 】

ここで、 $f$  は周波数、 $c$  は光速 ( $= 3 \times 10^8$  [m/s])、 $W$  は方形導波管の幅であり、ここでは天井導体 1 5 の Y 方向の長さである。終端導体 1 4 c からアンテナ素子 1 3 の接続点 1 3 a までの長さ  $L_b$  が  $\lambda_g/4$  に設定される場合、共振周波数  $f$  [Hz] は数 1 より次式で計算される。

【 0 0 3 6 】

【数 2】

$$f = c \sqrt{\left(\frac{1}{4L_b}\right)^2 + \left(\frac{1}{2W}\right)^2}$$

【 0 0 3 7 】

次に、開放型導波管アンテナ装置の長さ  $L_b$  を変化させたときの、共振周波数  $f$  の変化を示す。図 4 (a) に開放型導波管アンテナ装置の 1 つの実施例に係る寸法を示し、図 4 (b) に開放型導波管アンテナ装置の共振周波数  $f$  の変化を示している。また、図 4 (b) には測定値と上記数 2 により求めた計算値とを併せて示す。

【 0 0 3 8 】

図 4 (b) から明らかなように、計算値は測定値に比べ若干低い値となった。これは、上記数 1 が完全な方形導波管における計算値であるのに対して、実際の形状では、天井導体 1 5 の X 方向の長さが接地導体 1 1 と側面導体 1 4 a 及び 1 4 b の各 X 方向の長さよりも短いために、電界の漏れが生じて共振がずれるからである。従って、このずれを補正するために、上記数 2 に補正係数を乗じて補正する。図 4 (b) に、補正係数が 1.15 であるときの補正值の計算結果を示す。このとき、補正值は測定値と非常に近い値が得られ、補正を加えた上記数 2 により当該開放型導波管アンテナ装置の共振周波数  $f$  が得られる。

【 0 0 3 9 】

次に、本発明者らが実際に試作した導波管アンテナ装置として、図 5 に、本発明の第 1 の実施形態の第 2 の実施例に係る開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図を示す。図 5 において、接地導体 1 1 が、辺の長さ 120 mm の正方形の形状を有し、側面導体 1 4 a 及び 1 4 b と終端導体 1 4 c の高さが 12 mm で

あり、天井導体 1 5 の X 方向の長さが 4 1 m m である。なお、給電点 1 2 は接地導体 1 1 の中央から X 軸上に 2 0 m m だけ - X 方向に離れた位置に配置されている。

#### 【 0 0 4 0 】

図 6 は図 5 の開放型導波管アンテナ装置の反射係数  $S_{11}$  の周波数特性を示すグラフである。図 6 に示すように、本発明者らにより試作された図 5 の開放型導波管アンテナ装置は約 2 . 5 G H z で共振し、良好な反射特性を示していることが分かる。

#### 【 0 0 4 1 】

図 7 は図 5 の開放型導波管アンテナ装置の放射指向特性を示すグラフであり、図 7 ( a ) は X Y 平面の放射指向特性を示すグラフであり、図 7 ( b ) は X Z 平面の放射指向特性を示すグラフである。図 7 は、開放型導波管アンテナ装置の動作周波数が 2 G H z のときの放射指向特性を示しており、当該導波管アンテナ装置の利得を表す半径方向の目盛りは 1 間隔が 1 0 d B であり、単位は理想的な点波源の放射電力を基準にした相対利得を表す単位 d B i である。

#### 【 0 0 4 2 】

図 7 ( a ) 及び図 7 ( b ) はそれぞれ水平面 ( X Y 平面 ) と垂直面 ( X Z 平面 ) の放射指向特性を示している。図 7 ( b ) から明らかなように、電波の放射は、 X Y Z 座標系の + Z 方向でかつ + X 方向に強い指向性を有し、当該導波管アンテナ装置は、簡単な構造で一方向へ強い指向性を実現していることがわかる。最大放射方向 ( すなわち、ビーム方向 ) では、 X Z 平面において、 Z 軸の + Z 方向から + X 方向に向かって 2 0 度の角度に 7 . 8 d B i の高い利得が得られ、 X Y 平面においても X 軸の + X 方向に 2 d B i の利得が得られた。これにより、開放型導波管アンテナ装置は、室内の壁際や窓際のようなカバーエリアの端部に設置された場合において有効なアンテナ装置であることがわかる。さらに、開放型導波管アンテナ装置は、 2 . 5 G H z の動作周波数で 0 . 1 波長の高さを実現しており、非常に薄型 of アンテナ装置である。

#### 【 0 0 4 3 】

以上で示した実施形態や試作例においては、当該導波管アンテナ装置が X Z 平

面に対して対称な構造である場合を示したが、この場合、導波管アンテナ装置からの放射電波の指向特性がXZ平面に対して対称になる（図7（a）参照）という効果がある。

【0044】

以上説明したように、本実施形態の開放型導波管アンテナ装置によれば、小型で薄型の形状を維持するとともに簡単な構造で一方に強い指向性を有するアンテナ装置を実現できる。

【0045】

以上の実施形態においては、XZ平面に対して対称な構造である開放型導波管アンテナ装置を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限らず、例えば、所望の放射指向特性又は入力インピーダンス特性を得るために、XZ平面に対して非対称な構造で形成してもよい。このような構造にすることにより放射対象空間に最適な放射指向特性を持つアンテナ装置を実現してもよい。

【0046】

以上の実施形態においては、アンテナ素子13が導体線で構成された開放型導波管アンテナ装置を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限らず、例えば、アンテナ素子13が板状の導体で形成してもよい。これにより、所望の入力インピーダンス特性が得られ、反射損失の少ない高効率なアンテナ装置を実現できるという特有の効果がある。

【0047】

図8は、本発明の第1の実施形態の第1の変形例に係る開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。所望の入力インピーダンス特性を得るために、図8に示すように、図1の開放型導波管アンテナ装置の構成に加えて、アンテナ内部に整合導体16を備えてもよい。図8の開放型導波管アンテナ装置では、線状の導体である整合導体16は、アンテナ素子13と平行でかつアンテナ素子13から-X方向に若干ずれた接地導体11のX軸上の位置（すなわち、アンテナ素子13から終端導体14cに向う方向に若干ずれた位置であって給電点12の近傍）において接地導体11に電氣的に接続され、その接続点16aから上方に向かって延在し、方形導波管の高さよりも短い長さを有する。これにより、アン

テナ素子 1 3 近傍の電界を変化させ、アンテナ素子 1 3 に流れる電流を変化させることにより、例えば開放型導波管アンテナ装置の入力インピーダンスを同軸ケーブルの特性インピーダンスに実質的に一致するように、開放型導波管アンテナ装置の入力インピーダンスを変化させることができる。従って、所望の入力インピーダンス特性が得られ、反射損失の少ない高効率なアンテナ装置を実現できるという特有の効果がある。

## 【 0 0 4 8 】

図 9 は本発明の第 1 の実施形態の第 2 の変形例に係る開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。所望のインピーダンス特性を得るために、図 9 に示すように、図 1 の開放型導波管アンテナ装置の構成に加えて、アンテナ内部において、アンテナ素子 1 3 と同じ長さの整合導体 1 6 を、アンテナ素子 1 3 と平行になるように接続してもよい。この場合、整合導体 1 6 の一端は接地導体 1 1 に接続点 1 6 a において接続される一方、整合導体 1 6 の他端は天井導体 1 5 に接続点 1 6 b において接続される。

## 【 0 0 4 9 】

図 1 0 は本発明の第 1 の実施形態の第 3 の変形例に係る開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。所望のインピーダンス特性を得るために、図 1 0 に示すように、図 1 の開放型導波管アンテナ装置の構成に加えて、アンテナ内部において、整合導体 1 9 を備えてもよい。図 1 0 において、線状の導体である整合導体 1 6 は、上述の接続点 1 6 a において接地導体 1 1 に電氣的に接続され、その接続点 1 6 a から上方に向かって延在した後、実質的に直角で折り曲げられ、アンテナ素子 1 3 の略中央部に電氣的に接続される。これにより、アンテナ素子 1 3 に流れる電流を整合導体 1 9 を用いて直接的に変化させることができるために、インピーダンス特性を大幅に変化させることができるという特有の効果がある。従って、例えば開放型導波管アンテナ装置の入力インピーダンスを同軸ケーブルの特性インピーダンスに実質的に一致するように、開放型導波管アンテナ装置の入力インピーダンスを変化させることができ、所望の入力インピーダンス特性が得られ、反射損失の少ない高効率なアンテナ装置を実現できる。

## 【 0 0 5 0 】

図 1 1 は本発明の第 1 の実施形態の第 4 の変形例に係る開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。導波管アンテナ装置の放射指向特性を変化させるために、図 1 1 の本実施形態の第 4 の変形例に係る開放型導波管アンテナ装置に示すように、図 1 の開放型導波管アンテナ装置の構成に加えて、指向特性制御導体 1 7 を備えてもよい。図 1 1 では、線状導体の指向特性制御導体 1 7 が、アンテナ素子 1 3 から +X 方向であって接地導体 1 1 の上面の X 軸上の位置に位置するように設けられ、指向特性制御導体 1 7 の一端は接地導体 1 1 と接続点 1 7 a において接続され、指向特性制御導体 1 7 はその一端から上方に向って延在し、方形導波管の高さ又はそれよりも若干短い長さを有する。当該開放型導波管アンテナ装置から放射される電波は、指向特性制御導体 1 7 が導波器として動作する結果、指向特性制御導体 1 7 を備えないときよりも、+X 方向に指向性がより鋭くなるという特有の効果が得られる。

## 【 0 0 5 1 】

図 1 1 の第 4 の変形例においては、指向特性制御導体 1 7 を直線状の導体で構成したが、これを他の形状の導体で構成してもよい。例えば、指向特性制御導体 1 7 が、螺旋状の導体線で構成されたヘリカル型整合導体で構成してもよいし、L 字型に折れ曲がった導体線で構成してもよい。これにより、上述の鋭い指向性を有する効果を損なうことなく導波管アンテナ装置の薄型化が可能になる。

## 【 0 0 5 2 】

図 1 2 は本発明の第 1 の実施形態の第 5 の変形例に係る開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。図 1 2 においては、図 1 の開放型導波管アンテナ装置の構成において、アンテナ素子 1 3 から +X 方向にずれた X 軸上の接地導体 1 1 の位置の接続点 1 7 a に、指向特性制御導体 1 7 を設けたことを特徴としている。ここで、指向特性制御導体 1 7 は、Z 方向に平行な線状導体 1 7 A と、Y 方向に平行な線状導体 1 7 B とから構成され、線状導体 1 7 A の一端は接地導体 1 1 に電氣的に接続され、線状導体 1 7 A はさらに上方に向って延在し、方形導波管の高さ又はその高さよりも若干短い長さを有し、線状導体 1 7 A の他端は線状導体 1 7 B の中間部に接続される。このとき、好ましくは、Z 方向に平行な線状導体 1 7 A が Y 方向に平行な線状導体 1 7 B の略中央部で接続され、Z 方向

に平行な線状導体 1 7 A の長さと、Y 方向に平行な線状導体 1 7 B の半分の長さとの和が約  $1/4$  波長又はその奇数倍に設定される。線状導体 1 7 A, 1 7 B の長さをこのように設定することにより、当該開放型導波管アンテナ装置への給電時において、指向特性制御導体 1 7 において共振が起こり、他の長さの設定のときよりも鋭い指向性について大きな効果を得る。図 1 1 の開放型導波管アンテナ装置の構成は、主として、開放型導波管アンテナ装置の X Z 平面内の指向特性を改善する技術であるが、図 1 2 の構成にすることにより、開放型導波管アンテナ装置の X Y 平面での指向特性も変化でき、特に、+ X 方向への放射を大きくすることができる。

## 【 0 0 5 3 】

図 1 3 は本発明の第 1 の実施形態の第 5 の変形例の実施例に係る開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図であり、図 1 4 は図 1 3 の開放型導波管アンテナ装置の放射指向特性を示すグラフであり、図 1 4 ( a ) は X Y 平面の放射指向特性を示すグラフであり、図 1 4 ( b ) は X Z 平面の放射指向特性を示すグラフである。すなわち、図 1 3 は、図 5 の構成の開放型導波管アンテナ装置において、動作周波数が 2 G H z のときの指向特性制御導体 1 7 を備えた場合である。図 1 4 ( a ) から明らかなように、図 7 の指向特性に比べて、指向特性制御導体 1 7 を備えたことにより、X Z 平面において + X 方向への放射がさらに強くなっていることが分かる。また、図 1 4 ( b ) から明らかなように、最大放射方向（すなわち、ビーム方向）では、X Z 平面において、Z 軸の + Z 方向から + X 方向に向かって 3 5 度の角度に 7 . 5 d B i の高い利得が得られ、図 1 4 ( b ) の X Y 平面においても X 軸の + X 方向に 2 d B i の利得が得られた。また、X Y 平面においては Y 方向への放射が増えていることが分かる。これにより、水平面（X Y 平面）においても、指向特性を大きく変化することが可能になる。当該導波管アンテナ装置が室内の壁際や窓際に配置された場合には、壁際方向である Y 方向にも電波を放射する必要がある。従って、当該導波管アンテナ装置による指向特性は Y 方向への放射を有し、これは、当該アンテナ装置を室内の壁際に配置する場合において、好ましい指向特性である。

## 【 0 0 5 4 】

以上の実施形態や変形例では、1個の指向特性制御導体17を備えた場合について説明したが、本発明はこれに限らず、2個以上の指向特性制御導体17を備えてもよい。これにより、当該導波管アンテナ装置の構造の自由度が増え、放射指向特性をさらに大きく制御することが可能になる。なお、指向特性制御導体17を、図8乃至10に示された整合導体16とともに備えてもよい。

## 【0055】

以上の実施形態や変形例では、接地導体11が正方形で構成された構造の導波管アンテナ装置を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限らず、例えば、所望の放射指向特性又は入力インピーダンス特性を得るために、接地導体11は、長方形又はその他の多角形、又は半円又はこれらの組み合わせ又はその他の形状を有してもよい。

## 【0056】

ところで、当該導波管アンテナ装置を天井等に設置する場合、当該アンテナ装置が目立たないように、アンテナ装置の形状と、天井面の升目又は部屋の形状とを揃えてほしいという要望がある。しかしながら、導波管アンテナ装置の形状が長方形やその他の多角形の場合、天井面の升目又は部屋の形状は固定のため、当該導波管アンテナ装置を設置する方向には制限が生じてしまう。この問題点を解決するために、以下の実施例に係る開放型導波管アンテナ装置を提案する。

## 【0057】

図15は本発明の第1の実施形態の第3の実施例に係る開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。この第1の実施形態の第3の実施例に係る開放型導波管アンテナ装置は、図15に示すように、図1の開放型導波管アンテナ装置をレドーム18により被覆したことを特徴としている。接地導体11が接する底面が円形であるレドーム18を用いることにより、アンテナ特性を劣化させる湿気や埃等の進入を防ぎ導波管アンテナ装置の特性を安定化させるとともに、当該導波管アンテナ装置を天井に設置する際に、天井面の升目又は部屋の形状に気を使うことなく導波管アンテナ装置を設置することが可能であるという特有の利点がある。さらに、導波管アンテナ装置の底面が円形状の場合、導波管アンテナ装置を回転させ取り付け方向を変化させることが可能である。これにより、電波



の放射方向を調整することが可能になり、導波管アンテナ装置の設置位置に最適な放射指向特性を獲得することができる。

【0058】

以上の実施形態や変形例においては、1個の開放型導波管アンテナ装置について説明しているが、本発明はこれに限らず、複数の当該開放型導波管アンテナ装置をアレー状に配置し、フェーズドアレーアンテナ及びアダプティブアンテナアレーを構成してもよい。これにより、さらなる放射電波の指向特性の制御が可能になる。

【0059】

#### <第2の実施形態>

図16は本発明の第2の実施形態に係るスリット放射型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【0060】

図16において、本実施形態のスリット放射型導波管アンテナ装置は、XY平面上に位置する底面の正方形の接地導体11と、当該スリット放射型導波管アンテナ装置の上面（以下、アンテナ天井部という。）にこの接地導体11に対向して配置された矩形形状の天井導体15a及び15bと、上記接地導体11及び天井導体15a及び15bをそれぞれ連結する矩形形状の側面導体14a及び14bとによって形成された方形導波管を備え、上記方形導波管の長手方向の2つの端部は、矩形形状の終端導体14c及び14dによってそれぞれ終端密閉されて短絡されている。これら接地導体11と側面導体14a及び14bと天井導体15a及び15bと終端導体14c及び14dとは、互いに機械的かつ電氣的に接続され、XZ平面に対して対称な中空の直方体形状の筐体部を構成している。

【0061】

アンテナ天井部において、天井導体15a及び15bの間には、Y方向に平行であって方形導波管の幅にわたって1つのスリット20が形成され、上記スリット20を間に挟んで、天井導体15aは終端導体14c側に位置し、天井導体15bは終端導体14d側に位置する。このスリット20は、詳細後述されるように、方形導波管の長手方向（X方向）において、天井導体15aの長さL1と、

天井導体 1 5 b の長さ  $L_2$  が互いに異なる位置に形成される。ここで、スリット 2 0 の幅は長さ  $L_1$ 、 $L_2$  に対して十分に小さい。また、天井導体 1 5 a の下面の、Y 方向の中央部における接続点 1 3 a において、導体線からなるアンテナ素子 1 3 の一端が半田付け等により機械的及び電氣的に接続される一方、アンテナ素子 1 3 は接続点 1 3 a から下方に向かって垂直に延在し、さらに、アンテナ素子 1 3 の他端は、接地導体 1 1 上の X 軸上に形成された円形孔 1 2 h において、接地導体 1 1 とは電氣的に絶縁された給電点 1 2 に電氣的に接続される。給電点 1 2 は、例えば同軸ケーブルの中心導体と電氣的に接続される一方、同軸ケーブルの接地導体は接地導体 1 1 に電氣的に接続される。これにより、無線機から給電される無線信号は給電点 1 2 に給電される。

## 【 0 0 6 2 】

ここで、天井導体 1 5 a 及び 1 5 b と側面導体 1 4 a 及び 1 4 b と終端導体 1 4 c 及び 1 4 d と接地導体 1 1 で囲まれた空間をアンテナ内部といい、アンテナ内部から外側の空間をアンテナ外部という。

## 【 0 0 6 3 】

次に、図 1 6 及び図 1 7 を参照して、本実施形態のスリット放射型導波管アンテナ装置の動作を説明する。図 1 7 は図 1 6 のスリット放射型導波管アンテナ装置が電波を放射するときの動作原理を示す、図 1 6 の X Z 平面によって切断された天井導体 1 5 の断面図である。

## 【 0 0 6 4 】

電波の放射はアンテナ素子 1 3 を励振することによって行われ、スリット 2 0 に生じる電界により電波は放射される。この電界を磁流に置き換えて説明すると、Y 軸と平行な線状磁流源に置き換えることができる。すなわち、電波の放射は、この磁流源による放射と見ることができる。従って、この磁流の振幅は両端において零で、中央部が最大値となるように正弦関数的に変化する。すなわち、当該スリット放射型導波管アンテナ装置は、Y 方向と平行な線状磁流のダイポールの指向特性を示す。このダイポールにより、X Y 平面と Y Z 平面で垂直偏波の双指向性を得て、X Z 平面において無指向性を得る。しかしながら、スリット 2 0 の周りには天井導体 1 5 a 及び 1 5 b があり、天井導体 1 5 a 及び 1 5 b の、終

端導体 1 4 c 及び 1 4 d にそれぞれ接続された端部において、電波の回折が起こる。従って、スリット 2 0 からの放射指向特性は、図 1 7 に示すように、スリット 2 0 からの直接波と天井導体 1 5 b 及び 1 5 a の 2 つの端部からの第 1 及び第 2 の回折波との和として得られる。すなわち、放射源と - X 方向の回折端までの距離  $L_1$  と + X 方向の回折端までの距離  $L_2$  に差がある場合、指向性は一方向に強くなり、Z 軸上の + Z 方向である鉛直方向から傾く。

## 【 0 0 6 5 】

図 1 7 に示すように、長さ  $L_1$  が長さ  $L_2$  よりも短い場合は、第 1 の回折波の位相は第 2 の回折波よりも進み、指向性は鉛直方向である + Z 方向から + X 方向へ傾く。すなわち、X Y Z 座標系の + X 方向に強い指向性が得られる。一方、例えば、長さ  $L_1$  が長さ  $L_2$  よりも長い場合は、第 1 の回折波の位相は第 2 の回折波よりも遅れ、指向性は鉛直方向である + Z 方向から - X 方向へ傾く。すなわち、X Y Z 座標系の - X 方向に強い指向性が得られる。

## 【 0 0 6 6 】

図 1 8 は、本発明の第 2 の実施形態の第 1 の実施例に係るスリット放射型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図であり、本発明者らにより実際に試作した導波管アンテナ装置を示している。

## 【 0 0 6 7 】

図 1 8 において、接地導体 1 1 が、辺の長さ 1 2 0 mm の正方形の形状を有し、側面導体 1 4 a 及び 1 4 b と終端導体 1 4 c 及び 1 4 d の高さが 1 2 mm であり、天井導体 1 5 a 及び 1 5 b の Y 方向の長さが 1 2 0 mm であり、スリット 2 0 の幅が 6 mm で、スリット 2 0 はその中心が終端導体 1 4 c から 3 6 mm だけ離れた位置にある。なお、給電点 1 2 は接地導体 1 1 の中央から 2 0 mm だけ - X 方向に離れた位置に配置されている。

## 【 0 0 6 8 】

図 1 9 は図 1 8 のスリット放射型導波管アンテナ装置の反射係数  $S_{11}$  の周波数特性を示すグラフである。図 1 9 から明らかなように、本実施形態の導波管アンテナ装置は 1. 7 6 GHz で共振し、良好な反射特性を示していることが分かる。反射係数  $S_{11}$  が - 1 0 dB 以下となる範囲を動作周波数とすると、動作帯

域は 1. 6 4 G H z から 2. 0 2 G H z ままで、動作帯域幅は 0. 3 8 G H z であり、広帯域な特性が得られた。

#### 【0069】

図 2 0 は図 1 8 のスリット放射型導波管アンテナ装置の 2 G H z における放射指向特性を示すグラフであり、図 2 0 ( a ) は X Y 平面の放射指向特性を示すグラフであり、図 2 0 ( b ) は X Z 平面の放射指向特性を示すグラフである。図 2 0 において、導波管アンテナ装置の利得を表す半径方向の目盛りは 1 間隔が 1 0 d B であり、単位は理想的な点波源の放射電力を基準にした相対利得の単位 d B i である。

#### 【0070】

図 2 0 ( b ) から明らかなように、電波の放射は、X Y Z 座標系の + Z 方向でかつ + X 方向に強い指向性を有し、当該スリット放射型導波管アンテナ装置は、簡単な構造で一方向へ強い指向性を実現していることがわかる。最大放射方向（すなわち、ビーム方向）では、X Z 平面において、Z 軸から + X 方向に向かって 3 0 度の角度だけ回転した方向で 7. 8 d B i の高い利得が得られた。これにより、スリット放射型導波管アンテナ装置は、室内の壁際や窓際のようなカバーエリアの端部に設置された場合において有効なアンテナ装置である。さらに当該スリット放射型導波管アンテナ装置は、2 G H z の動作周波数で 0. 0 8 波長の高さを実現しており、非常に薄型のアンテナ装置である。

#### 【0071】

以上の実施形態や試作例においては、スリット放射型導波管アンテナ装置が X Z 平面に対して対称な構造である場合を示したが、この場合、当該スリット放射型導波管アンテナ装置からの放射電波の指向特性が X Z 平面に対して対称になるという効果がある。

#### 【0072】

図 2 1 ( a ) は本発明の第 2 の実施形態の第 2 の実施例に係るスリット放射型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図であり、図 2 1 ( b ) は図 2 1 ( a ) のスリット 2 0 の Y 方向の長さ W に対するスリット放射型導波管アンテナ装置の共振周波数  $f$  を示すグラフである。図 2 1 ( a ) 及び ( b ) を参照して、スリット

放射型導波管アンテナ装置の共振周波数  $f$  について以下に説明する。

【0073】

図21(a)のスリット放射型導波管アンテナ装置において、スリット20には電界が分布する。この電界の分布はスリット20の両端部で零で、X軸上の中央部で最大となる。従って、当該スリット放射型導波管アンテナ装置は、スリット20の長さ  $W$ （すなわち、スリット放射型導波管アンテナ装置のY方向の長さ＝天井導体15a、15bのY方向の長さ）が管内波長の  $1/2$  波長となる周波数で共振する。接地導体11と側面導体14a及び14bと終端導体14c及び14dと天井導体15a及び15bが形成する方形導波管内での管内波長  $\lambda_g$  は、上記数1により計算され、共振周波数  $f$  は次式で計算される。

【0074】

【数3】

$$f = \frac{c}{\sqrt{2} \cdot W}$$

【0075】

図21(b)から明らかなように、計算値は測定値と非常に近い結果が得られるので、共振周波数  $f$  は、上記数3の式を用いて、およそのスリット20の長さ  $W$  に基づいて計算されることが分かる。

【0076】

以上説明したように、本実施形態のスリット放射型導波管アンテナ装置によれば、小型で薄型の形状を維持するとともに簡単な構造で一方向に強い指向性を備えたアンテナ装置を実現できる。

【0077】

以上の実施形態においては、XZ平面に対して対称な構造であるスリット放射型導波管アンテナ装置を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限らず、例えば、所望の放射指向特性又は入力インピーダンス特性を得るために、XZ平面に対して非対称な構造で形成してもよい。このような構造にすることにより放射対象空間に最適な放射指向特性を持つアンテナ装置を実現できる。

【0078】

以上の実施形態においては、アンテナ素子 1 3 が導体線で構成されたスリット放射型導波管アンテナ装置を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限らず、例えば、アンテナ素子 1 3 が板状の導体で形成してもよい。これにより、所望の入力インピーダンス特性が得られ、反射損失の少ない高効率なアンテナ装置を実現できるという特有の効果がある。

## 【 0 0 7 9 】

図 2 2 は、本発明の第 2 の実施形態の第 1 の変形例に係るスリット放射型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。所望の入力インピーダンス特性を得るために、図 2 2 においては、図 1 6 の構成に加えて、整合導体 2 1 を備えたことを特徴としている。ここで、線状の導体である整合導体 2 1 は、アンテナ素子 1 3 と平行になるように、かつアンテナ素子 1 3 から + Y 方向に位置するように設けられ、整合導体 2 1 の一端は接地導体 1 1 上の接続点 2 1 a において接地導体 1 1 と接続され、整合導体 2 1 はその一端から上方に延在し、方形導波管の高さよりも短い長さを有する。整合導体 2 1 を備えることにより、アンテナ素子 1 3 の近傍の電界を変化させ、アンテナ素子 1 3 に流れる電流を変化させることにより、例えば当該アンテナ装置の入力インピーダンスを同軸ケーブルの特性インピーダンスに実質的に一致するように、アンテナのインピーダンスを変化させることができる。これにより、所望の入力インピーダンス特性が得られ、反射損失の少ない高効率なアンテナ装置を実現できるという特有の効果がある。

## 【 0 0 8 0 】

図 2 3 は本発明の第 2 の実施形態の第 2 の変形例に係るスリット放射型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。所望のインピーダンス特性を得るために、図 2 3 に示すように、図 1 6 のスリット放射型導波管アンテナ装置の構成に加えて、アンテナ内部において、アンテナ素子 1 3 と同じ長さの整合導体 2 1 を、アンテナ素子 1 3 と平行になるように設けたことを特徴としている。整合導体 2 1 の一端は接地導体 1 1 と接続点 2 1 a において接続される一方、整合導体 2 1 の他端は天井導体 1 5 と接続点 2 1 b において接続される。なお、整合導体 2 1 の接続点 2 1 a は図 2 2 と同様の位置に設けられる。

## 【 0 0 8 1 】

図 2 4 は本発明の第 2 の実施形態の第 3 の変形例に係るスリット放射型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。所望のインピーダンス特性を得るために、図 2 4 に示すように、図 1 6 のスリット放射型導波管アンテナ装置の構成に加えて、アンテナ内部において、整合導体 2 9 を備えてもよい。図 2 4 において、線状の導体である整合導体 2 9 は、上述の接続点 2 1 a において接地導体 1 1 に電氣的に接続され、その接続点 2 1 a から上方に向かって延在した後、実質的に直角で折り曲げられ、アンテナ素子 1 3 の略中央部に電氣的に接続される。これにより、アンテナ素子 1 3 に流れる電流を直接的に変化させることができるために、インピーダンス特性を大幅に変えることができるという特有の効果がある。

#### 【 0 0 8 2 】

以上の実施形態においては、1つのスリット 2 0 を備えた場合を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限らず、図 2 5 に示された第 2 の実施形態の第 4 の変形例のように、2つのスリット 2 0, 2 2 を備えてもよい。この変形例では、アンテナ天井部において、Y方向に平行なスリット 2 2 が天井導体 1 5 a 及び 1 5 b の間に設けられるとともに、Y方向に平行なスリット 2 0 が天井導体 1 5 b 及び 1 5 c の間に設けられ、天井導体 1 5 a と接地導体 1 1 との間にZ方向に対して平行に延在するアンテナ素子 1 3 が位置している。これにより、特に、複数のスリット 2 0 及び 2 2 がアンテナ素子 1 3 から一方（例えば、アンテナ素子 1 3 の接続点 1 3 a から-X方向の側）のアンテナ天井部にのみ存在している場合、スリット 2 0 及び 2 2 の間隔を調整して各スリット 2 0 及び 2 2 から放射される電波の位相を揃えることにより、1個のスリット 2 0 を備えた導波管アンテナ装置に比較して強い指向性を有する導波管アンテナ装置を実現できる。なお、スリット 2 0, 2 2 の個数は2個に限定されず、それ以上であってもよい。

#### 【 0 0 8 3 】

以上の実施形態においては、接地導体 1 1 が正方形で構成された構造の導波管アンテナ装置を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限らず、例えば、所望の放射指向特性又は入力インピーダンス特性を得るために、接地導体 1 1 が長方形又はその他の多角形、又は半円又はこれらの組み合わせ又はその他の形状を有し

てもよい。

【0084】

ところで、導波管アンテナ装置を天井等に設置する場合、アンテナ装置が目立たないように、アンテナ装置の形状と、天井面の升目又は部屋の形状とを揃えてほしいという要望がある。しかしながら、導波管アンテナ装置の形状が長方形やその他の多角形の場合、天井面の升目又は部屋の形状は固定のため、導波管アンテナ装置を設置する方向には制限が生じてしまう。そこで、図15に示す第1の実施形態の第3の実施例と同様に、接地導体11が接する底面が円形であるレドーム18を用いて導波管アンテナ装置を被覆してもよい。これにより、アンテナ特性を劣化させる湿気や埃等の進入を防ぎ導波管アンテナ装置の特性を安定化させるとともに、導波管アンテナ装置を天井に設置する際に、天井面の升目又は部屋の形状に気を使うことなく導波管アンテナ装置を設置することが可能であるという特有の利点がある。さらに、導波管アンテナ装置の底面が円形状の場合、導波管アンテナ装置を回転させ取り付け方向を変化させることが可能である。これにより、電波の放射方向を調整することが可能になり、導波管アンテナ装置の設置位置に最適な放射指向特性を獲得することができる。

【0085】

また、複数の当該スリット放射型導波管アンテナ装置をアレー状に配置し、フェーズドアレーアンテナ及びアダプティブアンテナアレーを構成してもよい。これにより、さらなる放射電波の指向特性の制御が可能になる。

【0086】

また、スリット放射型導波管アンテナ装置は全て導体で覆われているために、アンテナ装置周りの環境の影響を受けにくい。従って、当該スリット放射型導波管アンテナ装置23を、部屋24内において用いるときに、図26に示された第2の実施形態の第3の実施例のように天井24Aに埋め込むことや、図27に示された第2の実施形態の第4の実施例のように、天井24Aに近い壁25に埋め込んでよい。当該導波管アンテナ装置23をこのように設置しても、一方向に強い指向性は保持される。従って、図26及び27のようにスリット放射型導波管アンテナ装置23を配置することにより、他の配置よりも広いカバーエリアの



放射特性 3 0 1 を得ることができる。なお、他の実施形態の導波管アンテナ装置を、図 2 6 及び 2 7 に示すように配置することにより、他の配置よりも広いカバーエリアを得ることができる。さらに、導波管アンテナ装置を天井 2 4 A 又は壁 2 5 に埋め込むことにより、人目に付かず、邪魔にならないという特有の利点がある。

【 0 0 8 7 】

### < 第 3 の実施形態 >

図 2 8 は、本発明の第 3 の実施形態に係るスリット付き開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【 0 0 8 8 】

図 2 8 において、当該スリット付き開放型導波管アンテナ装置は、図 1 の開放型導波管アンテナ装置に比較して以下の点が異なる。

(1) アンテナ天井部において、天井導体 1 5 a 及び 1 5 b の間には、Y 軸に平行な長手方向を有し、管内波長の  $1/4$  波長に対して十分に小さい幅を有する 1 つのスリット 2 0 が設けられ、上記スリット 2 0 を間に挟んで、天井導体 1 5 a は導波管の開放端側に位置し、天井導体 1 5 b は導波管の短絡端側に位置している。

(2) 側面導体 1 4 a は、図 1 の側面導体 1 4 a よりも短く、天井導体 1 5 と同じ X 方向の長さを有し、側面導体 1 4 b は、図 1 の側面導体 1 4 b よりも短く、天井導体 1 5 と同じ X 方向の長さを有する。

【 0 0 8 9 】

なお、アンテナ素子 1 3 は、図 1 のアンテナ素子 1 3 と同様に、終端導体 1 4 c から所定の長さ  $L_b$  の位置に設けられている。従って、接地導体 1 1 は、天井導体 1 5 a や側面導体 1 4 a, 1 4 b よりも + X 方向に向って突出して延在するように形成されている。

【 0 0 9 0 】

次に、図 2 9 及び図 3 0 を参照して、当該スリット付き開放型導波管アンテナ装置の動作を説明する。図 2 9 は図 2 8 のスリット付き開放型導波管アンテナ装置の電流分布を示す、当該スリット付き開放型導波管アンテナ装置の X Z 平面に

よって切断された断面図であり、図 3 0 (a) は図 2 8 のスリット付き開放型導波管アンテナ装置の電界分布を示す斜視図であり、図 3 0 (b) は図 2 8 のスリット付き開放型導波管アンテナ装置の磁流分布を示す斜視図である。

#### 【0091】

本実施形態においては、電波の放射はアンテナ素子 1 3 を励振させることによって行われ、天井導体 1 5 a 及び 1 5 b と接地導体 1 1 の間に生じる電界と、スリット 2 0 に生じる電界により電波は放射される。アンテナ素子 1 3 によって天井導体 1 5 a 及び 1 5 b と接地導体 1 1 との間に発生される電界は、図 3 0 (a) に示すように、第 1 の実施形態の開放型導波管アンテナ装置の場合の図 2 (a) と同様になる。また、スリット 2 0 に生じる電界は、図 3 0 (a) に示すように、第 2 の実施形態のスリット開放型導波管アンテナ装置の場合と同様になる。

#### 【0092】

電流 3 0 2 は、図 2 9 に示すように、給電点 1 2 からアンテナ素子 1 3 に沿って流れ、天井導体 1 5 a、スリット 2 0 及び 1 5 b を介して終端導体 1 4 c へ流れた後、終端導体 1 4 c から接地導体 1 1 に流れ給電点 1 2 に戻る。図 2 9 において、終端導体 1 4 c からアンテナ素子 1 3 までの長さ  $L_b$  は管内波長の  $1/4$  波長の長さ又はその奇数倍の長さに設定される。従って、このスリット付き開放型導波管アンテナ装置に生じる電界分布は図 3 0 (a) のようになり、天井導体 1 5 a 及び 1 5 b と接地導体 1 1 の間に生じる電界 2 0 1 の向きと、スリット 2 0 に生じる電界 2 0 1 の向きとが一致する。すなわち、スリット 2 0 は放射される電波の位相を揃える作用効果を有する。

#### 【0093】

この電界 2 0 1 を磁流 2 0 2 に置き換えて説明すると、図 3 0 (b) に示すように、Y 方向と平行な線状磁流源に置き換えることができる。すなわち、電波の放射は、これらの磁流源による放射と見ることができる。従って、このスリット付き開放型導波管アンテナ装置の指向特性は、この 2 つの磁流 2 0 2 による同相励振のアレーとして得られる。天井導体 1 5 a 及び 1 5 b と接地導体 1 1 との間に生じる電界 2 0 1 による指向特性は、第 1 の実施形態の開放型導波管アンテナ装置と同様であって、XYZ 座標系の + Z 方向でかつ + X 方向に強い指向性が得

られる。また、スリット 2 0 に生じる電界 2 0 1 による指向特性は、第 2 の実施形態のスリット開放型導波管アンテナ装置と同様であって、X Y Z 座標系の + Z 方向でかつ + X 方向に強い指向性が得られる。従って、本実施形態のスリット付き開放型導波管アンテナ装置は、この 2 つの指向特性の同相のアレーとなるので、X Y Z 座標系の + Z 方向でかつ + X 方向にさらに極めて強い指向性が得られる。

## 【 0 0 9 4 】

図 3 1 は本発明の第 3 の実施形態の実施例に係るスリット付き開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図であり、本発明者らにより実際に試作したスリット付き開放型導波管アンテナ装置を示している。

## 【 0 0 9 5 】

図 3 1 において、接地導体 1 1 が、辺の長さ 1 2 0 m m の正方形の形状を有し、側面導体 1 4 a 及び 1 4 b と終端導体 1 4 c の高さが 1 2 m m であり、天井導体 1 5 a 及び 1 5 b の X 方向の長さが 4 1 m m であり、スリット 2 0 の幅が 6 m m で、スリット 2 0 の中心が終端導体 1 4 c から 3 6 m m だけ離れた位置に位置する。なお、給電点 1 2 は接地導体 1 1 の中央から X 軸上に 2 0 m m だけ - X 方向に離れた位置に配置されている。

## 【 0 0 9 6 】

図 3 2 は図 3 1 のスリット付き開放型導波管アンテナ装置の反射係数  $S_{11}$  の周波数特性を示すグラフである。図 3 2 から明らかなように、1. 9 G H z と 2. 3 G H z の 2 つの周波数で共振し、広帯域に渡り良好な反射特性を示していることが分かる。反射係数  $S_{11}$  が - 1 0 d B 以下となる範囲を動作周波数とすると、動作帯域は 1. 8 6 から至 2. 4 6 G H z までで、動作帯域幅は 0. 6 G H z であり、比帯域で 2 8 % という非常に広帯域な特性が得られた。

## 【 0 0 9 7 】

図 3 3 は図 3 1 のスリット付き開放型導波管アンテナ装置における動作周波数  $f = 1. 8 6 \text{ G H z}$  のときの放射指向特性を示すグラフであり、図 3 3 ( a ) は X Y 平面の放射指向特性を示すグラフであり、図 3 3 ( b ) は X Z 平面の放射指向特性を示すグラフである。ここで、導波管アンテナ装置の利得を表す半径方向

の目盛りは1間隔が10 d Bであり、単位は理想的な点波源の放射電力を基準にした相対利得の単位 d B i である。同様にして、図34は動作周波数  $f = 2.0$  GHzのときの放射指向特性を示すグラフであり、図35は動作周波数  $f = 2.46$  GHzのときの放射指向特性を示すグラフである。

## 【0098】

図34に示す  $f = 2.0$  GHzの指向特性を一例に説明する。図34(b)から明らかなように、電波の放射は、XYZ座標系の+Z方向でかつ+X方向に強い指向性を有し、当該スリット付き開放型導波管アンテナ装置は、簡単な構造で一方向へ強い指向性を実現していることがわかる。最大放射方向（すなわち、ビーム方向）では、XZ平面において、Z軸から+X方向に向かって35度の角度だけ回転した方向で9.0 d B iの高い利得が得られる。また、図34(a)から明らかなように、XY平面においてもX軸の+X方向に4.2 d B iの特に高い利得が得られたことがわかる。これにより、スリット付き開放型導波管アンテナ装置は、室内の壁際や窓際のようなカバーエリアの端に設置された場合において有効なアンテナであることがいえる。

## 【0099】

さらに、図33乃至図35から明らかなように、所定のインピーダンスの動作周波数帯において、XYZ座標系の+Z方向でかつ+X方向に強い指向性を示し、広帯域に渡り一方向へ強い指向性を実現していることがわかる。さらに当該スリット付き開放型導波管アンテナ装置は、2.1 GHzの動作周波数で0.08波長の高さを実現しており、非常に薄型のアンテナ装置である。

## 【0100】

以上の実施形態や試作例においては、当該スリット付き開放型導波管アンテナ装置がXZ平面に対して対称な構造である場合を示したが、この場合、導波管アンテナ装置からの放射電波の指向特性がXZ平面に対して対称になるという特有の効果がある。

## 【0101】

以上説明したように、本実施形態のスリット付き開放型導波管アンテナ装置によれば、小型で薄型の形状を維持するとともに簡単な構造で一方向に強い指向性

と広帯域な特性を備えたアンテナ装置を実現できる。

【0102】

以上の実施形態においては、XZ平面に対して対称な構造であるスリット付き開放型導波管アンテナ装置を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限らず、例えば、所望の放射指向特性又は入力インピーダンス特性を得るために、XZ平面に対して非対称な構造を形成してもよい。このような構造にすることにより放射対象空間に最適な放射指向特性を持つアンテナ装置が実現可能である。

【0103】

以上の実施形態においては、1つのスリット20を備えた場合を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限らず、2つ以上のスリットを備えてもよい。これらのスリットから放射される電波の位相を揃えることにより、スリットが1つのときよりも強い指向性を実現することができる。

【0104】

以上の実施形態においては、側面導体14a及び14bのX方向の長さを、(天井導体15a及び15bとスリット20とを含む)アンテナ天井部のX方向の長さに等しくした構造となっているが、側面導体14a及び14bのX方向の長さは、第1の実施形態と同様に、接地導体11のX方向の長さと等しくてもよい。逆に、第1の実施形態において、側面導体14a及び14bのX方向の長さを天井導体15のX方向の長さと等しく形成してもよい。

【0105】

以上の本実施形態においては、アンテナ素子13が導体線で構成されたスリット付き開放型導波管アンテナ装置を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限らず、例えば、アンテナ素子13が板状の導体で構成してもよい。これにより、所望の入力インピーダンス特性が得られ、反射損失の少ない高効率なアンテナ装置を実現できるという特有の効果がある。

【0106】

図36は本発明の第3の実施形態の第1の変形例に係るスリット付き開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。所望の入力インピーダンス特性を得るために、図36に示すように、図28の構成に加えて、図8と同様の構成を

有する整合導体 2 1 を備えてもよい。当該整合導体 2 1 を備えることにより、アンテナ素子 1 3 近傍の電界を変化させ、アンテナ素子 1 3 に流れる電流を変化させることにより、導波管アンテナ装置のインピーダンスを変化させることができる。これにより、所望の入力インピーダンス特性が得られ、反射損失の少ない高効率なアンテナ装置を実現できるという特有の効果がある。

## 【0107】

図 3 7 は本発明の第 3 の実施形態の第 2 の変形例に係るスリット付き開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。所望のインピーダンス特性を得るために、図 3 7 に示すように、図 2 8 の構成に加えて、図 9 と同様の構成を有する整合導体 1 6 を備えてもよい。これにより、所望の入力インピーダンス特性が得られ、反射損失の少ない高効率なアンテナ装置を実現できるという特有の効果がある。

## 【0108】

図 3 8 は本発明の第 3 の実施形態の第 3 の変形例に係るスリット付き開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。所望のインピーダンス特性を得るために、図 3 8 に示すように、図 2 8 の構成に加えて、図 1 0 と同様の構成を有する整合導体 1 9 を備えてもよい。これにより、アンテナ素子 1 3 に流れる電流を直接的に変化させることができるために、インピーダンス特性を大幅に変えることができるという特有の効果がある。

## 【0109】

図 3 9 は本発明の第 3 の実施形態の第 4 の変形例に係るスリット付き開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。放射指向特性を変化させるために、図 3 9 に示すように、図 1 1 と同様の構成を有する指向特性制御導体 1 7 を備えてもよい。図 3 9 のスリット付き開放型導波管アンテナ装置において、放射される電波は、指向特性制御導体 1 7 が導波器として動作する結果、指向特性制御導体 1 7 を設けないときに比較して、+X 方向に指向性がより鋭くなる効果が得られる。図 3 9 において、指向特性制御導体 1 7 を直線状の導体で構成したが、これを他の形状の導体で構成してもよい。例えば、指向特性制御導体 1 7 は、螺旋状の導体線で構成されたヘリカル型整合導体であってもよく、あるいは、L 字

型に折れ曲がった導体線で形成してもよい。これにより、当該変形例の効果を損なうことなく導波管アンテナ装置の薄型化が可能になる。

【0 1 1 0】

図40は本発明の第3の実施形態の第5の変形例に係るスリット付き開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。図40において、図12と同様の構成を有し、2つの線状導体17A、17bで構成してなる指向特性制御導体17を備えてもよい。図39の構成は主に、XZ平面の指向特性を改善する技術であるが、図40の構成にすることにより、XY平面での指向特性も変化できる。

【0 1 1 1】

図41は本発明の第3の実施形態の第5の変形例の実施例に係るスリット付き開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。図41は、図31の構成の導波管アンテナ装置に対して、動作周波数が2GHzのときの指向特性制御導体17を備えた場合である。図42は図41のスリット付き開放型導波管アンテナ装置の放射指向特性を示すグラフであり、図42(a)はXY平面の放射指向特性を示すグラフであり、図42(b)はXZ平面の放射指向特性を示すグラフである。

【0 1 1 2】

図42(b)から明かなように、図34の指向特性に比べて、指向特性制御導体17を備えたことにより、XZ平面において+X方向への放射がさらに強くなっていることが分かる。具体的には、最大放射方向（すなわち、ビーム方向）では、XZ平面において、Z軸の+Z方向から+X方向に向かって40度の角度だけ回転した方向で8.5dBiの高い利得が得られ、XY平面においてもX軸の+X方向に2.6dBiの利得が得られた。また、図42(a)から明かなように、XY平面においては+Y方向への放射が増えていることが分かる。これにより、水平面（XY平面）においても指向特性を大きく変化することが可能になる。導波管アンテナ装置が室内の壁際や窓際に配置された場合には、壁際方向であるY方向にも電波を放射する必要がある。従って、当該導波管アンテナ装置による指向特性はY方向への放射があり、当該導波管アンテナ装置を室内の壁際に配置する場合において、好ましい指向特性である。

## 【0 1 1 3】

以上の実施形態や変形例においては、1 個の指向特性制御導体 1 7 を備えた場合について説明しているが、本発明はこれに限らず、複数の指向特性制御導体 1 7 を備えてもよい。これにより、スリット付き開放型導波管アンテナ装置の構造の自由度が増え放射指向特性をさらに大きく制御することが可能になる。また、指向特性制御導体 1 7 を、図 3 6 乃至 3 8 に示された整合導体 2 1 とともに用いることも可能である。

## 【0 1 1 4】

以上の実施形態や変形例では、接地導体 1 1 が正方形で構成された構造のスリット付き開放型導波管アンテナ装置を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限らず、例えば、所望の放射指向特性又は入力インピーダンス特性を得るために、接地導体 1 1 を長方形又はその他の多角形、又は半円又はこれらの組み合わせ又はその他の形状で形成してもよい。また、導波管アンテナ装置を天井等に設置する場合、アンテナ装置が目立たないように、アンテナ装置の形状と、天井面の升目又は部屋の形状とを揃えてほしいという要望がある。しかしながら、導波管アンテナ装置の形状が長方形やその他の多角形の場合、天井面の升目又は部屋の形状は固定のため、導波管アンテナ装置を設置する方向には制限が生じてしまう。そこで、図 1 5 に示す第 1 の実施形態の第 3 の実施例と同様に、接地導体 1 1 が接する底面が円形であるレドーム 1 8 を用いることにより、アンテナ特性を劣化させる湿気や埃等の進入を防ぎ導波管アンテナ装置の特性を安定化させるとともに、導波管アンテナ装置を天井に設置する際に、天井面の升目又は部屋の形状に気を使うことなく導波管アンテナ装置を設置することができる。さらに、導波管アンテナ装置の底面が円形状の場合、導波管アンテナ装置を回転させ取り付け方向を変化させることが可能である。これにより、電波の放射方向を調整することが可能になり、導波管アンテナ装置の設置位置に最適な放射指向特性を獲得することができる。

## 【0 1 1 5】

また、第 3 の実施形態やその各変形例に係る複数の当該スリット付き開放型導波管アンテナ装置をアレー状に配置し、フェーズドアレーアンテナ及びアダプテ



ィブアンテナアレーを構成してもよく、これにより、さらなる放射電波の指向特性の制御が可能になる。

【0 1 1 6】

<第4の実施形態>

図4 3は本発明の第4の実施形態であって、第1の実施形態のアンテナ内部に誘電体が充填された開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。図4 3において、本実施形態の導波管アンテナ装置は、図1に示された第1の実施形態に係る開放型導波管アンテナ装置において、そのアンテナ内部を誘電体3 0によって充填したことを特徴としている。このように構成することにより、第1の実施形態に係る作用効果に加えて、当該導波管アンテナ装置を小型・軽量化して形成できるとともに、誘電体基板上に金属導体を公知の導体パターン形成方法を用いて高精度で当該導波管アンテナ装置を製造できる、また、アンテナ内部に誘電体3 0が充填されているので、ごみが入らず清掃が不要であるという利点がある。

【0 1 1 7】

図4 4は本発明の第4の実施形態の第1の変形例であって、第2の実施形態のアンテナ内部に誘電体が充填されたスリット放射型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。図4 4において、本実施形態の導波管アンテナ装置は、図1 6に示された第2の実施形態に係るスリット放射型導波管アンテナ装置において、そのアンテナ内部を誘電体3 0 aによって充填したことを特徴としている。このように構成することにより、第2の実施形態に係る作用効果に加えて、当該導波管アンテナ装置を小型・軽量化して形成できるとともに、誘電体基板上に金属導体を公知の導体パターン形成方法を用いて高精度で当該導波管アンテナ装置を製造できる、また、アンテナ内部に誘電体3 0が充填されているので、ごみが入らず清掃が不要であるという利点がある。

【0 1 1 8】

図4 5は本発明の第4の実施形態の第2の変形例であって、第3の実施形態のアンテナ内部に誘電体が充填されたスリット付き開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。図4 5において、本実施形態の導波管アンテナ装置は、

図 2 8 に示された第 3 の実施形態に係るスリット付き開放型導波管アンテナ装置において、そのアンテナ内部を誘電体 3 0 によって充填したことを特徴としている。このように構成することにより、第 3 の実施形態に係る作用効果に加えて、当該導波管アンテナ装置を小型・軽量化して形成できるとともに、誘電体基板上に金属導体を公知の導体パターン形成方法を用いて高精度で当該導波管アンテナ装置を製造できる、また、アンテナ内部に誘電体 3 0 が充填されているので、ごみが入らず清掃が不要であるという利点がある。

#### 【 0 1 1 9 】

以上の第 4 の実施形態及びその第 1 と第 2 の変形例においてそれぞれ、第 1、第 2 及び第 3 の実施形態において、アンテナ内部に誘電体 3 0 を充填しているが、第 1、第 2 及び第 3 の実施形態の各変形例や各実施例においても、アンテナ内部に誘電体 3 0 を充填してもよい。

#### 【 0 1 2 0 】

ところで、第 4 の実施形態及びその第 1 と第 2 の本実施形態に係る導波管アンテナ装置は、アンテナ内部に誘電体 3 0 を挿入している。真空での誘電率  $\epsilon_0$  に対する誘電体 3 0 の誘電率の比である比誘電率を  $\epsilon_r$  とすると、誘電体 3 0 内の波長は、真空中の波長に比べて  $1/\sqrt{(\epsilon_r)}$  倍となる。 $\epsilon_r$  は 1 以上であるから誘電体 3 0 内では、波長は短くなる。このため、誘電体 3 0 をアンテナ内部に挿入することにより、誘電体 3 0 を充填しないときよりも、導波管アンテナ装置をより小型で薄型の構造にすることができる。

#### 【 0 1 2 1 】

#### < 第 5 の実施形態 >

図 4 6 (a) は本発明の第 5 の実施形態に係る開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図であり、図 4 6 (b) は (a) の A-A' 線に沿った縦断面図である。図 4 6 の実施形態においては、図 4 3 の側面導体 1 4 a 及び 1 4 b と終端導体 1 4 c の代わりに、互いに所定間隔 h だけ離れてかつ互いに平行に（垂直方向に、すなわち厚さ方向に）形成された複数のスルーホール導体 3 2 を形成したことを特徴としており、図 4 3 の開放型導波管アンテナ装置と同様の作用効果を有する。なお、アンテナ素子 1 3 もまたスルーホール導体で形成している。ここ

で、アンテナ素子 1 3 と、終端導体を構成するスルーホール導体 3 2 までの距離は上述の長さ  $L_b$  に設定される。ここで、スルーホール導体 3 2 は、接地導体 1 1 及び天井導体 1 5 が形成された誘電体基板 3 1 に厚さ方向に貫通するスルーホールを形成し、そのスルーホールに金属導体を充填することにより形成される。本実施形態に係る製造方法においては、公知の導体パターン形成方法を用いることができるので、高精度で天井導体 1 5 やスルーホール導体 3 2 を形成することができ、これにより、誘電体を充填された導波管アンテナ装置の製作精度が向上し、さらには量産によるコストの削減が可能になる。

#### 【0 1 2 2】

次に、図 4 6 の導波管アンテナ装置の製作手順の一例を示す。上面と下面にそれぞれ導体層（導体パターン）が形成された誘電体基板 3 1 を接地導体 1 1 の大きさに切断し、上面の導体層を例えばエッチング又は機械加工で削ることにより導体パターンの天井導体 1 5 を形成する。次いで、誘電体基板 3 1 において厚さ方向に貫通するようにスルーホールを形成した後、各スルーホールに金属導体を充填することにより、複数のスルーホール導体 3 2 にてなる側面導体及び終端導体と、アンテナ素子 1 3 とを形成する。ここでは、天井導体 1 5 が形成された面を誘電体基板 3 1 の上面とする。誘電体基板 3 1 のもう一方の導体層が接地導体 1 1 となる。さらに、この接地導体 1 1 において、アンテナ素子 1 3 を構成するスルーホールのある位置に適当な円形孔 1 2 h を形成して給電点 1 2 を形成することにより、本実施形態の導波管アンテナ装置を作成できる。

#### 【0 1 2 3】

図 4 4 と図 4 5 の導波管アンテナ装置の場合においても、表面に導体層が形成された誘電体基板に対して、スリット 2 0 をエッチング又は機械加工で導体層を削ることにより、同様に形成してもよい。

#### 【0 1 2 4】

以上説明したように、第 4 及び第 5 の実施形態の導波管アンテナ装置によれば、簡単な構造で、小型で薄型の形状で、かつ工作精度が良く、アンテナ特性の劣化の少ない、一方向に強い指向性を備えたアンテナ装置を実現できる。

#### 【0 1 2 5】

以上の実施形態や変形例、試作例においては、導波管アンテナ装置がXZ平面に対して対称な構造である場合を示したが、この場合、導波管アンテナ装置からの放射電波の指向特性がXZ平面に対して対称になるという作用効果がある。

## 【0126】

以上の実施形態においては、XZ平面に対して対称な構造である導波管アンテナ装置を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限らず、例えば、所望の放射指向特性又は入力インピーダンス特性を得るために、YZ平面にのみ対称な構造、又は、YZ平面、XZ平面に対して非対称な構造を形成してもよい。このような構造にすることにより放射対象空間に最適な放射指向特性を持つアンテナ装置を実現できる。

## 【0127】

以上の本実施形態においては、導体で囲まれたアンテナ内部が誘電体30ですべて充填されている構造の導波管アンテナ装置を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限らず、アンテナ内部の一部のみに誘電体30を充填してもよい。例えば、天井導体15（又は15a及び15b）と側面導体14a及び14bと終端導体14c（又は14c及び14d）と接地導体11で囲まれた空間のみを誘電体基板を用いて形成してもよい。

## 【0128】

さらに、第5の実施形態において、第1の実施形態、第2の実施形態、第3の実施形態で説明した整合導体13、16や、指向特性制御導体17、19をさらに備えてもよい。この場合、整合導体13、16や指向特性制御導体17、19は誘電体基板に設けられたスルーホール導体や金属箔パターンにより形成してもよい。また、第1の実施形態、第2の実施形態、第3の実施形態において説明した変形例は、本実施形態の導波管アンテナ装置においてすべて適用してもよい。

## 【0129】

また、第5の実施形態に係る複数の当該導波管アンテナ装置をアレー状に配置し、フェーズドアレーアンテナ及びアダプティブアンテナアレーを構成してもよく、さらなる放射電波の指向特性の制御が可能になる。

## 【0130】

以上の各実施形態や変形例において、1個の整合導体16, 19, 29を備えているが、本発明はこれに限らず、複数の整合導体16, 19, 29を備えてもよい。また、以上の各実施形態や変形例において、1個の指向特性制御導体17を備えているが、本発明はこれに限らず、複数の指向特性制御導体17を備えてもよい。

#### 【0131】

##### 【発明の効果】

以上詳述したように、第1の発明に係る導波管アンテナ装置によれば、互いに対向する接地導体及び天井導体と、上記接地導体と上記天井導体とを連結しかつ互いに対向する2つの側面導体とから構成され、一端が終端導体により短絡されかつ他端が開放された方形導波管と、一端が上記天井導体であって上記開放された方形導波管の他端の近傍に電氣的に接続されかつ他端が上記接地導体に位置する給電部に電氣的に接続されたアンテナ素子とを備え、上記天井導体の上記開放された他端側の一部の部分が除去され、上記給電部に給電された無線信号の電波は、上記天井導体の除去された部分及び上記方形導波管の開放された他端から放射される。

#### 【0132】

また、第2の発明に係る導波管アンテナ装置によれば、互いに対向する接地導体及び天井導体と、上記接地導体と上記天井導体とを連結しかつ互いに対向する2つの側面導体とから構成され、両端が終端導体により短絡された方形導波管と、一端が上記天井導体に電氣的に接続されかつ他端が上記接地導体に位置する給電部に電氣的に接続されたアンテナ素子と、上記天井導体において、上記方形導波管の一端までの距離と、その他端までの距離とが実質的に異なる位置であって、上記方形導波管の幅方向にわたって形成された少なくとも1つのスリットとを備え、上記給電部に給電された無線信号の電波は上記スリットから放射される。

#### 【0133】

さらに、第3の発明に係る導波管アンテナ装置によれば、互いに対向する接地導体及び天井導体と、上記接地導体と上記天井導体とを連結しかつ互いに対向する2つの側面導体とから構成され、一端が終端導体により短絡された方形導波管

と、一端が上記天井導体であって上記開放された方形導波管の他端の近傍に電氣的に接続されかつ他端が上記接地導体に位置する給電部に電氣的に接続されたアンテナ素子と、上記天井導体において、上記方形導波管の幅方向にわたって形成された少なくとも1つのスリットとを備え、上記天井導体及び上記2つの側面導体の上記開放された他端側の各少なくとも一部の部分が除去され、上記給電部に給電された無線信号の電波は、上記天井導体の除去された部分及び上記方形導波管の開放された他端から放射される。

#### 【0134】

従って、本発明に係る導波管アンテナ装置によれば、簡単でかつ薄型の構造で、一方向に強い指向性を得ることが可能なアンテナ装置を実現できる。特に、本発明に係る導波管アンテナ装置は、室内の壁際や窓際のようなカバーエリアの端に設置された場合において有効である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施形態に係る開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図2】 (a)は図1の開放型導波管アンテナ装置の電界分布を示す斜視図であり、(b)は図1の開放型導波管アンテナ装置の磁流分布を示す斜視図である。

【図3】 図1の開放型導波管アンテナ装置のXZ平面によって切断された断面図である。

【図4】 (a)は本発明の第1の実施形態の第1の実施例に係る開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図であり、(b)は(a)の天井導体15のX方向の長さLbに対する開放型導波管アンテナ装置の共振周波数fを示すグラフである。

【図5】 本発明の第1の実施形態の第2の実施例に係る開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図6】 図5の開放型導波管アンテナ装置の反射係数 $S_{11}$ の周波数特性を示すグラフである。

【図7】 図5の開放型導波管アンテナ装置の放射指向特性を示すグラフで

あり、(a)はXY平面の放射指向特性を示すグラフであり、(b)はXZ平面の放射指向特性を示すグラフである。

【図 8】 本発明の第 1 の実施形態の第 1 の変形例に係る開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図 9】 本発明の第 1 の実施形態の第 2 の変形例に係る開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図 1 0】 本発明の第 1 の実施形態の第 3 の変形例に係る開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図 1 1】 本発明の第 1 の実施形態の第 4 の変形例に係る開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図 1 2】 本発明の第 1 の実施形態の第 5 の変形例に係る開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図 1 3】 本発明の第 1 の実施形態の第 5 の変形例の実施例に係る開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図 1 4】 図 1 3 の開放型導波管アンテナ装置の放射指向特性を示すグラフであり、(a)はXY平面の放射指向特性を示すグラフであり、(b)はXZ平面の放射指向特性を示すグラフである。

【図 1 5】 本発明の第 1 の実施形態の第 3 の実施例に係る開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図 1 6】 本発明の第 2 の実施形態に係るスリット放射型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図 1 7】 図 1 6 のスリット放射型導波管アンテナ装置が電波を放射するときの動作原理を示す、図 1 6 の X Z 平面によって切断された天井導体 1 5 の断面図である。

【図 1 8】 本発明の第 2 の実施形態の第 1 の実施例に係るスリット放射型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図 1 9】 図 1 8 のスリット放射型導波管アンテナ装置の反射係数  $S_{11}$  の周波数特性を示すグラフである。

【図 2 0】 図 1 8 のスリット放射型導波管アンテナ装置の 2 G H z にお

る放射指向特性を示すグラフであり、(a)はXY平面の放射指向特性を示すグラフであり、(b)はXZ平面の放射指向特性を示すグラフである。

【図21】 (a)は本発明の第2の実施形態の第2の実施例に係るスリット放射型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図であり、(b)は(a)のスリット20のY方向の長さWに対するスリット放射型導波管アンテナ装置の共振周波数 $f$ を示すグラフである。

【図22】 本発明の第2の実施形態の第1の変形例に係るスリット放射型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図23】 本発明の第2の実施形態の第2の変形例に係るスリット放射型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図24】 本発明の第2の実施形態の第3の変形例に係るスリット放射型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図25】 本発明の第2の実施形態の第4の実施例に係るスリット放射型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図26】 本発明の第2の実施形態の第3の実施例に係るスリット放射型導波管アンテナ装置の配置状態を示す図である。

【図27】 本発明の第2の実施形態の第4の実施例に係るスリット放射型導波管アンテナ装置の配置状態を示す図である。

【図28】 本発明の第3の実施形態に係るスリット付き開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図29】 図28のスリット付き開放型導波管アンテナ装置の電流分布を示す、当該スリット付き開放型導波管アンテナ装置のXZ平面によって切断された断面図である。

【図30】 (a)は図28のスリット付き開放型導波管アンテナ装置の電界分布を示す斜視図であり、(b)は図28のスリット付き開放型導波管アンテナ装置の磁流分布を示す斜視図である。

【図31】 本発明の第3の実施形態の実施例に係るスリット付き開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図32】 図31のスリット付き開放型導波管アンテナ装置の反射係数 $S$



1 1 の周波数特性を示すグラフである。

【図 3 3】 図 3 1 のスリット付き開放型導波管アンテナ装置における動作周波数  $f = 1.86 \text{ GHz}$  のときの放射指向特性を示すグラフであり、(a) は X Y 平面の放射指向特性を示すグラフであり、(b) は X Z 平面の放射指向特性を示すグラフである。

【図 3 4】 図 3 1 のスリット付き開放型導波管アンテナ装置における動作周波数  $f = 2.0 \text{ GHz}$  のときの放射指向特性を示すグラフであり、(a) は X Y 平面の放射指向特性を示すグラフであって、(b) は X Z 平面の放射指向特性を示すグラフである。

【図 3 5】 図 3 1 のスリット付き開放型導波管アンテナ装置における動作周波数  $f = 2.46 \text{ GHz}$  のときの放射指向特性を示すグラフであり、(a) は X Y 平面の放射指向特性を示すグラフであって、(b) は X Z 平面の放射指向特性を示すグラフである。

【図 3 6】 本発明の第 3 の実施形態の第 1 の変形例に係るスリット付き開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図 3 7】 本発明の第 3 の実施形態の第 2 の変形例に係るスリット付き開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図 3 8】 本発明の第 3 の実施形態の第 3 の変形例に係るスリット付き開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図 3 9】 本発明の第 3 の実施形態の第 4 の変形例に係るスリット付き開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図 4 0】 本発明の第 3 の実施形態の第 5 の変形例に係るスリット付き開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図 4 1】 本発明の第 3 の実施形態の第 5 の変形例の実施例に係るスリット付き開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図 4 2】 図 4 1 のスリット付き開放型導波管アンテナ装置の放射指向特性を示すグラフであり、(a) は X Y 平面の放射指向特性を示すグラフであり、(b) は X Z 平面の放射指向特性を示すグラフである。

【図 4 3】 本発明の第 4 の実施形態であって、第 1 の実施形態のアンテナ

内部に誘電体が充填された開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図 4 4】 本発明の第 4 の実施形態の第 1 の変形例であって、第 2 の実施形態のアンテナ内部に誘電体が充填されたスリット放射型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図 4 5】 本発明の第 4 の実施形態の第 2 の変形例であって、第 3 の実施形態のアンテナ内部に誘電体が充填されたスリット付き開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図 4 6】 (a) は本発明の第 5 の実施形態に係る開放型導波管アンテナ装置の構成を示す斜視図であり、(b) は (a) の A - A' 線に沿った縦断面図である。

【図 4 7】 従来技術のアンテナ装置の構成を示す斜視図である。

【図 4 8】 図 4 7 のアンテナ装置の放射指向特性を示すグラフであり、(a) は X Y 平面の放射指向特性を示すグラフであり、(b) は X Z 平面の放射指向特性を示すグラフである。

#### 【符号の説明】

- 1 1 … 接地導体、
- 1 2 … 給電点、
- 1 2 h … 円形孔、
- 1 3 … アンテナ素子、
- 1 3 a, 1 3 b, 1 6 a, 1 6 b, 1 7 a … 接続点、
- 1 4 a, 1 4 b … 側面導体、
- 1 4 c, 1 4 d … 終端導体、
- 1 5 a, 1 5 b, 1 5 c … 天井導体、
- 1 6, 1 9, 2 9 … 整合導体、
- 1 7, 1 7 A, 1 7 B … 指向特性制御導体、
- 1 8 … レドーム、
- 2 0, 2 2 … スリット、
- 2 3 … スリット放射型導波管アンテナ装置、

2 4 …部屋、

2 4 A …天井、

2 5 …壁、

3 0 …誘電体、

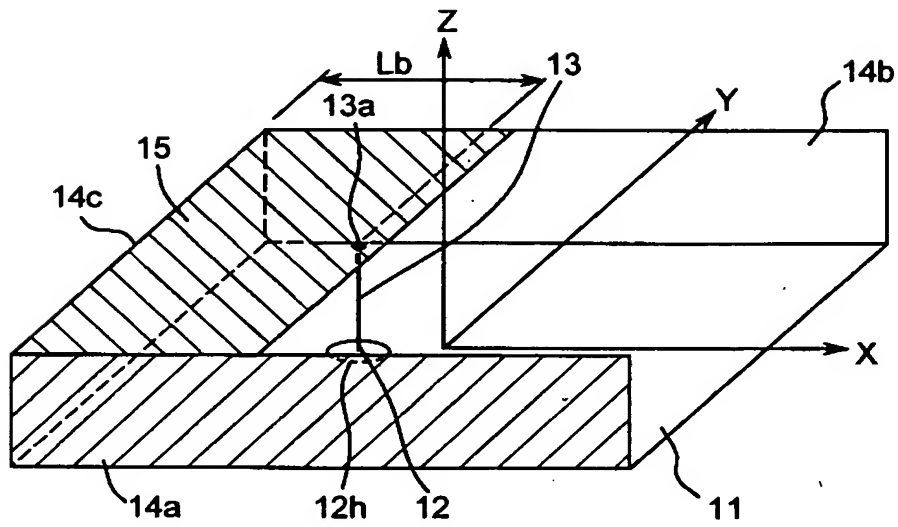
3 1 …誘電体基板、

3 2 …スルーホール導体。

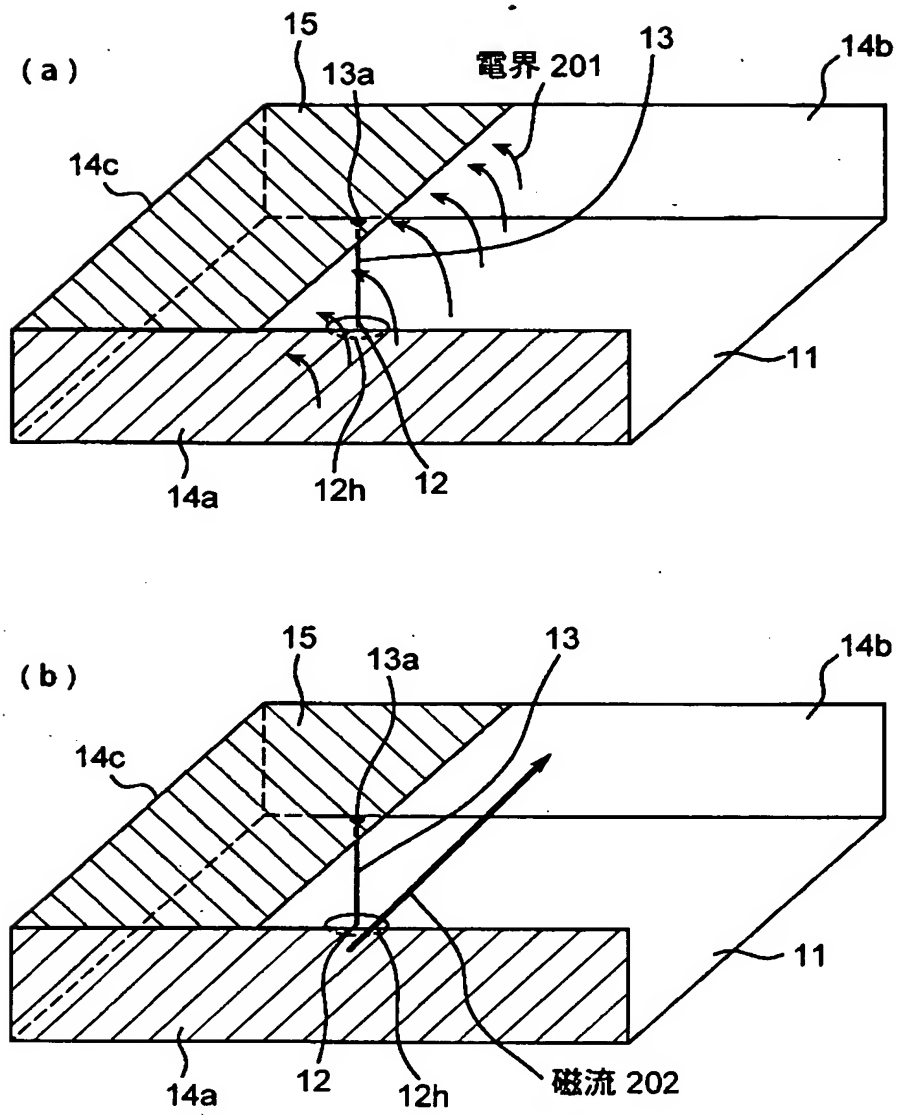
【書類名】 図面

【図 1】

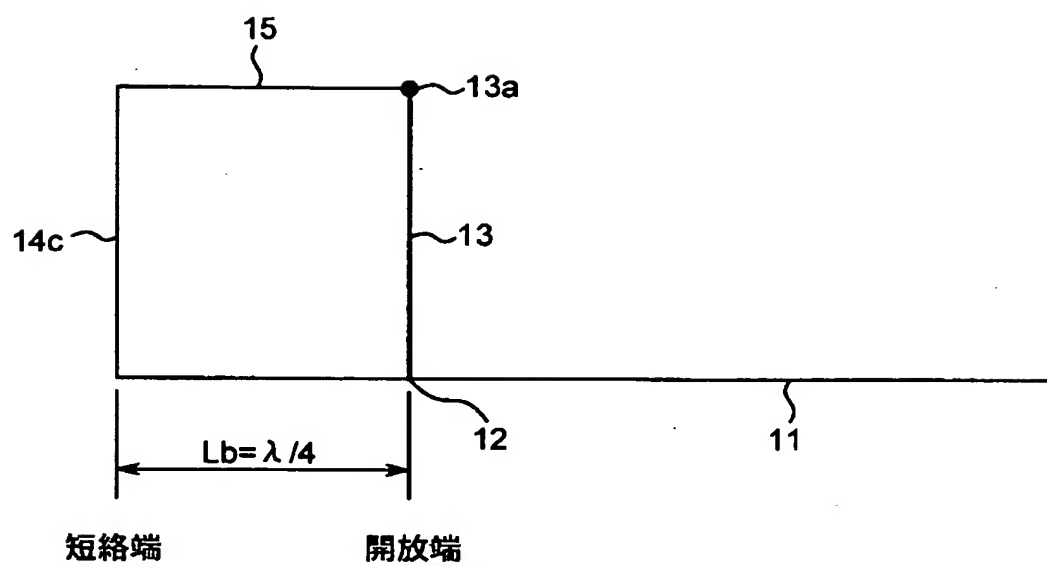
第1の実施形態



【図 2】

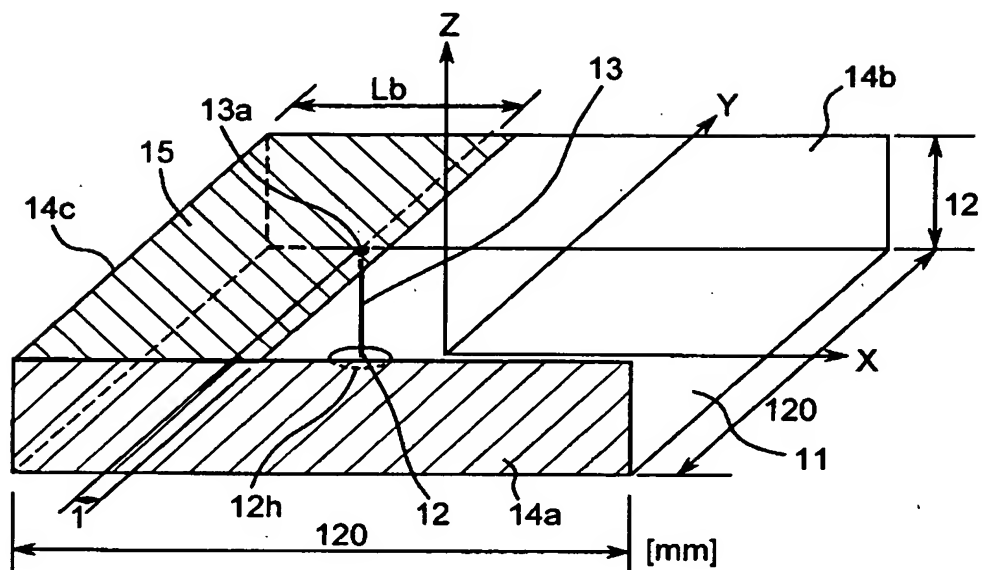


【図 3】

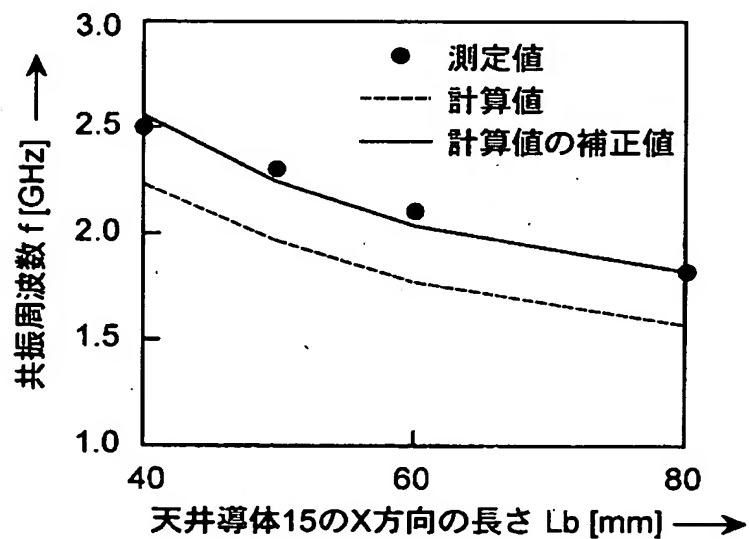


【図 4】

(a) 第1の実施形態の第1の実施例

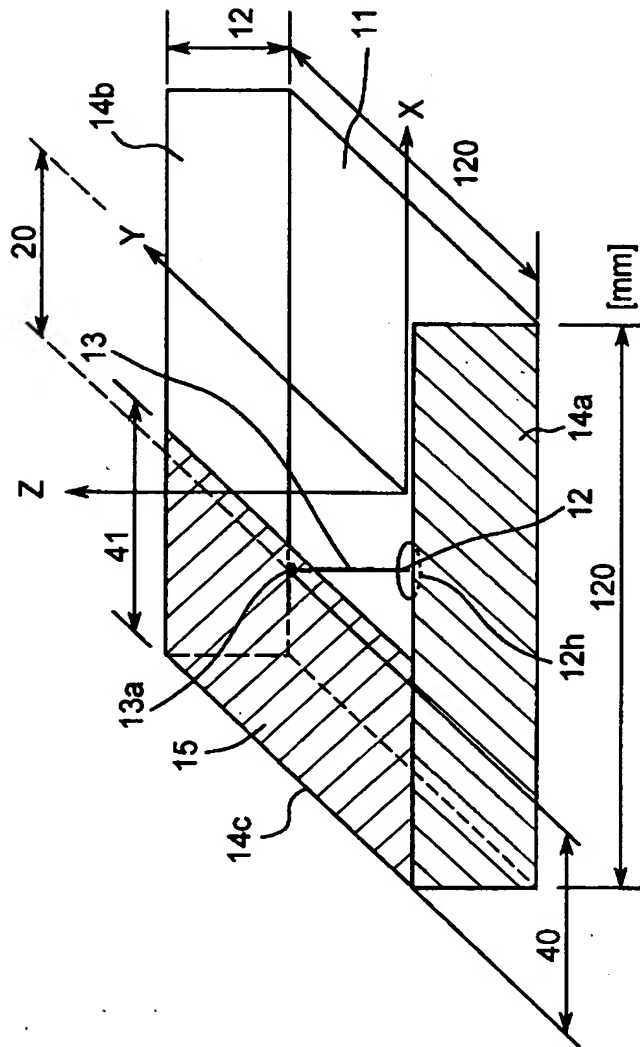


(b)



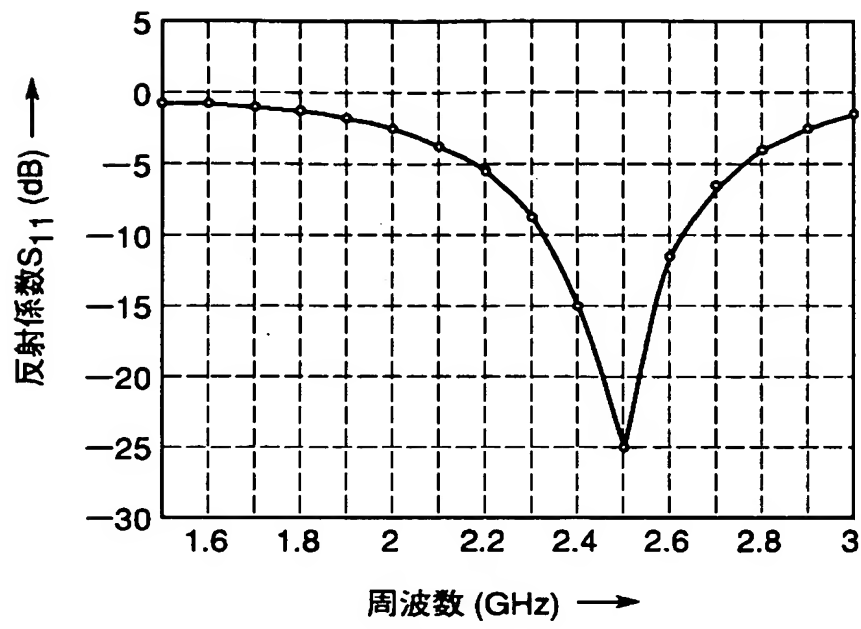
【図 5】

第1の実施形態の第2の実施例

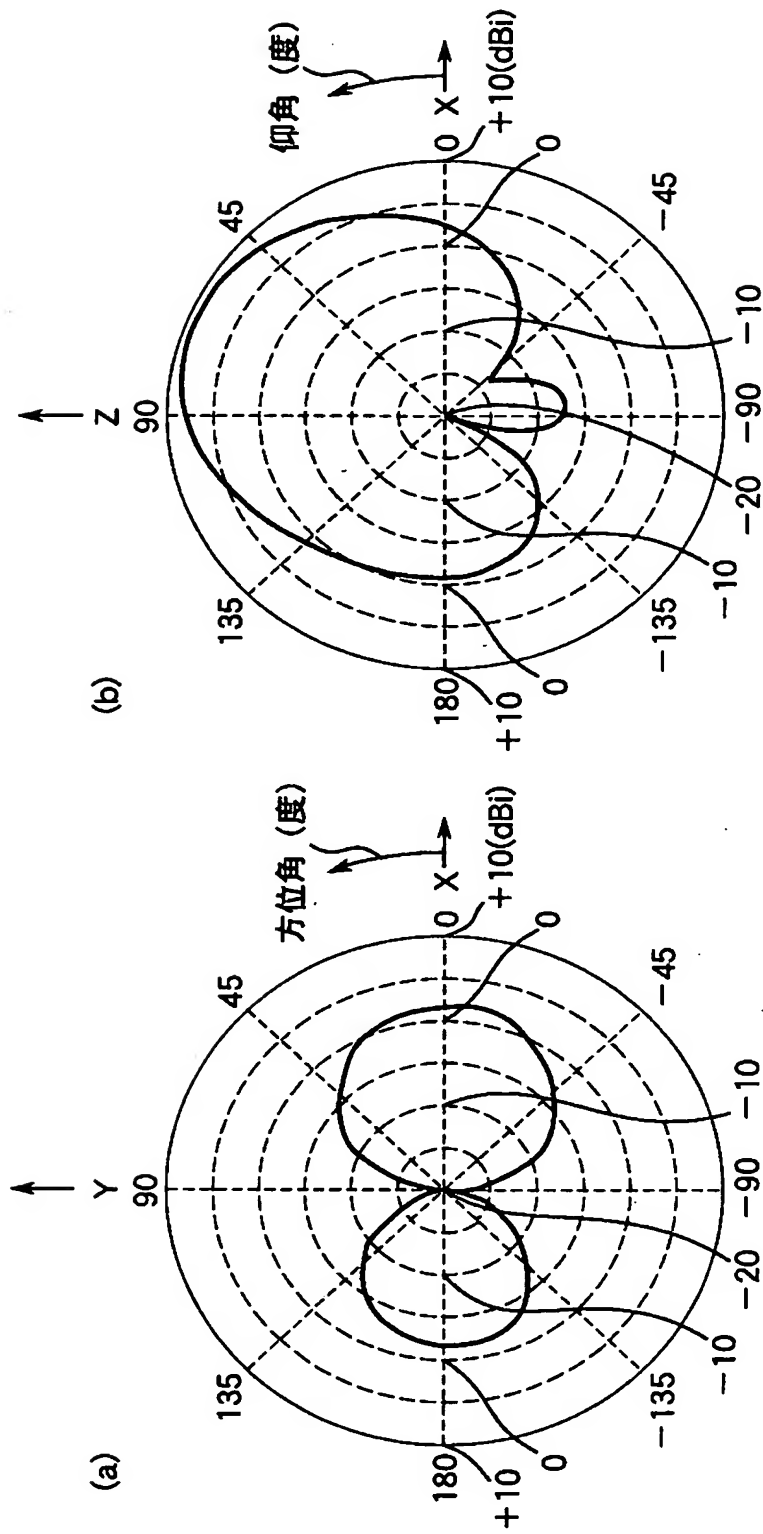




【图 6】

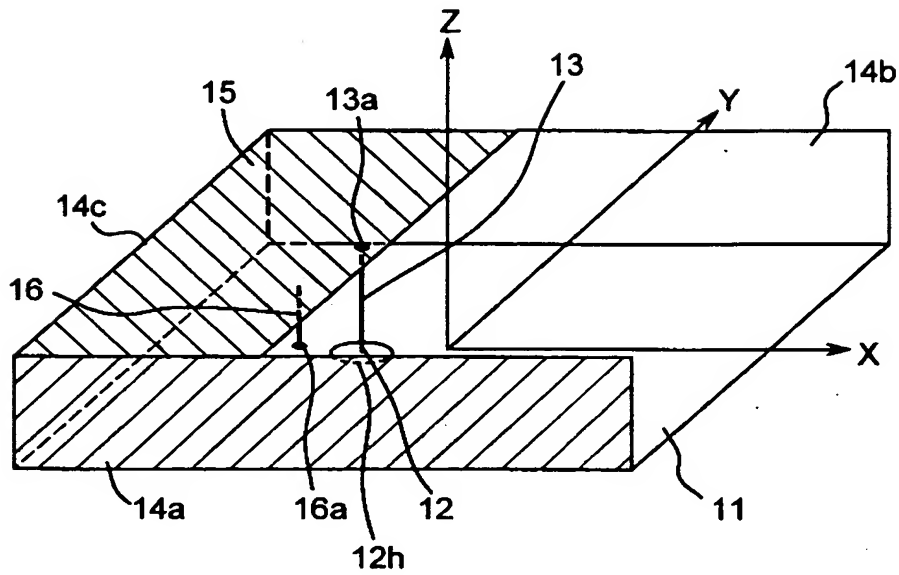


【图 7】



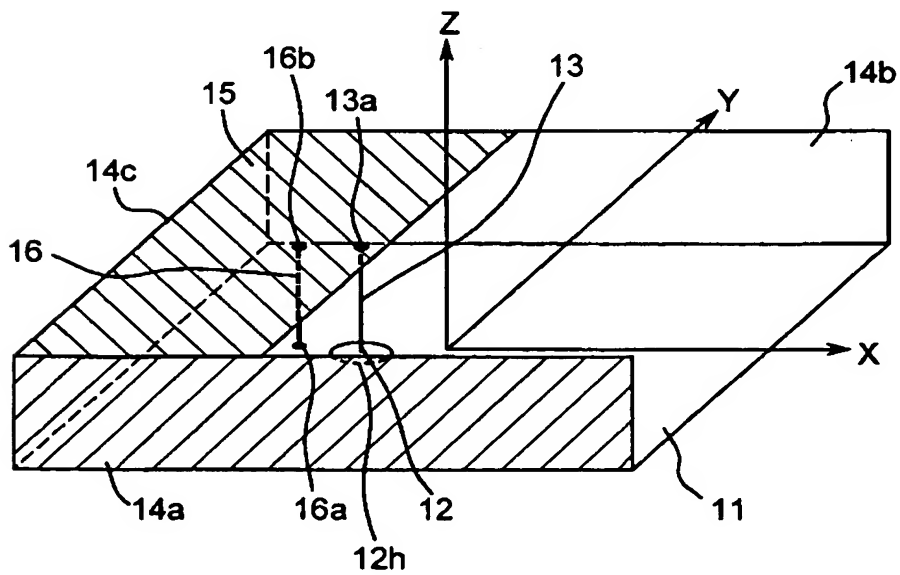
【図 8】

### 第1の実施形態の第1の変形例



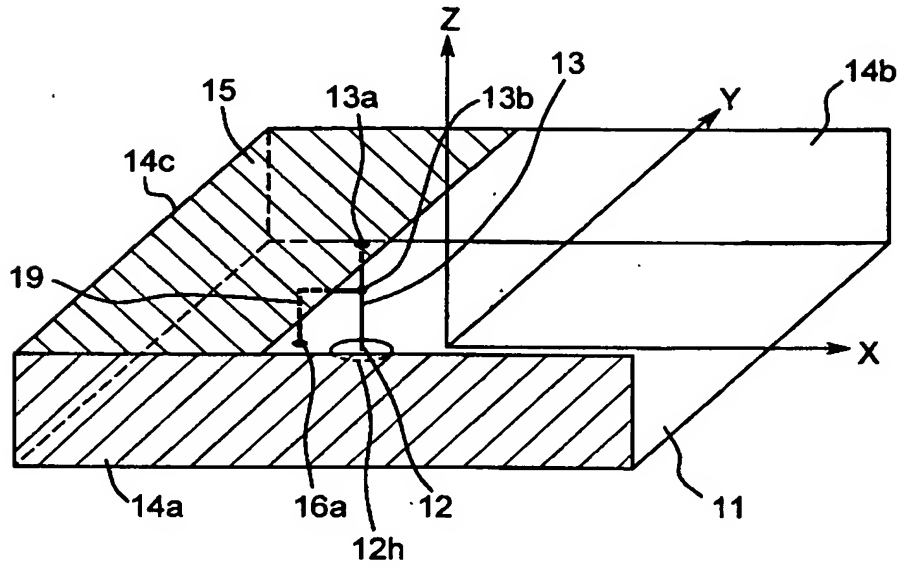
【图 9】

### 第1の実施形態の第2の変形例



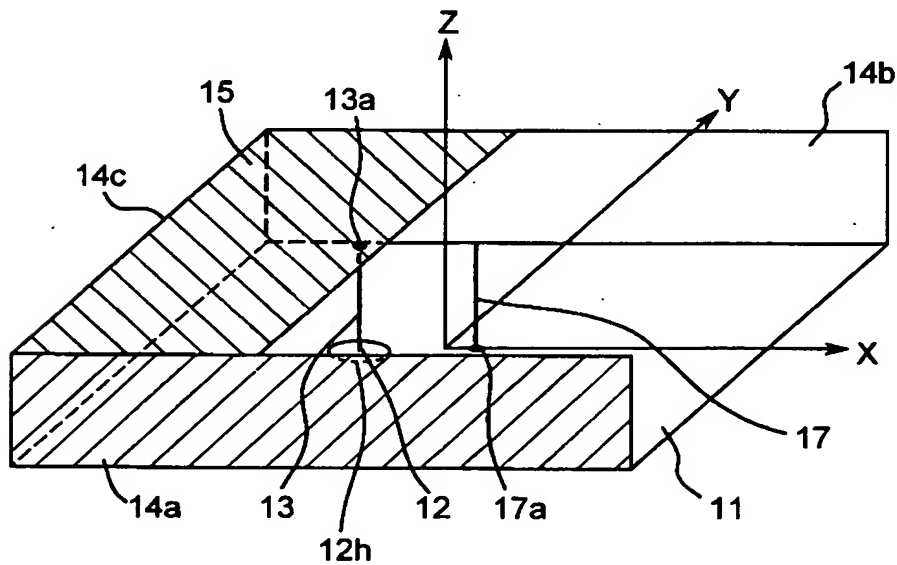
【図 1 0】

第1の実施形態の第3の変形例



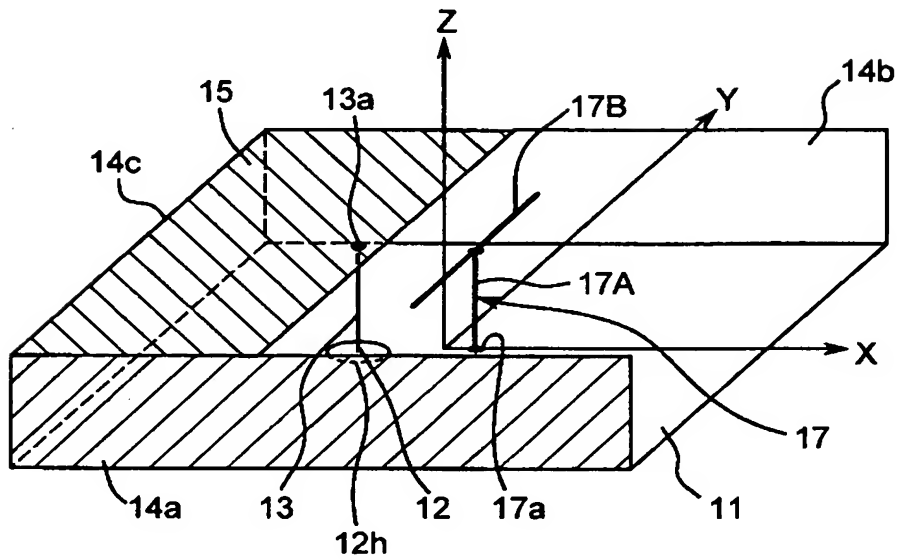
【図 1 1】

第1の実施形態の第4の変形例

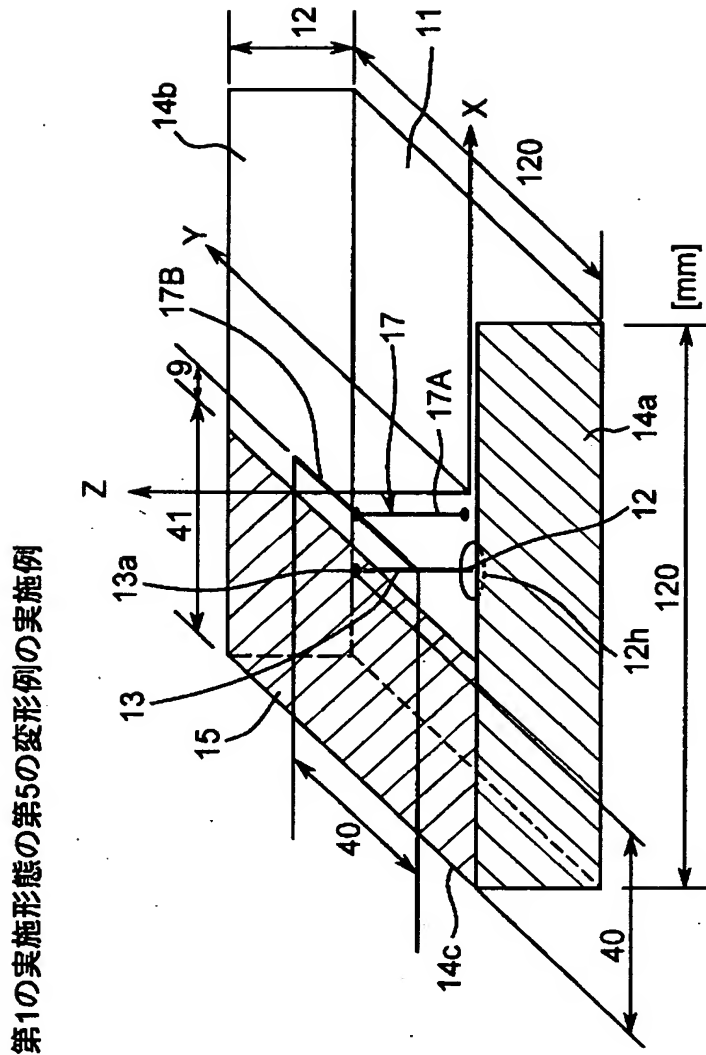


【圖 12】

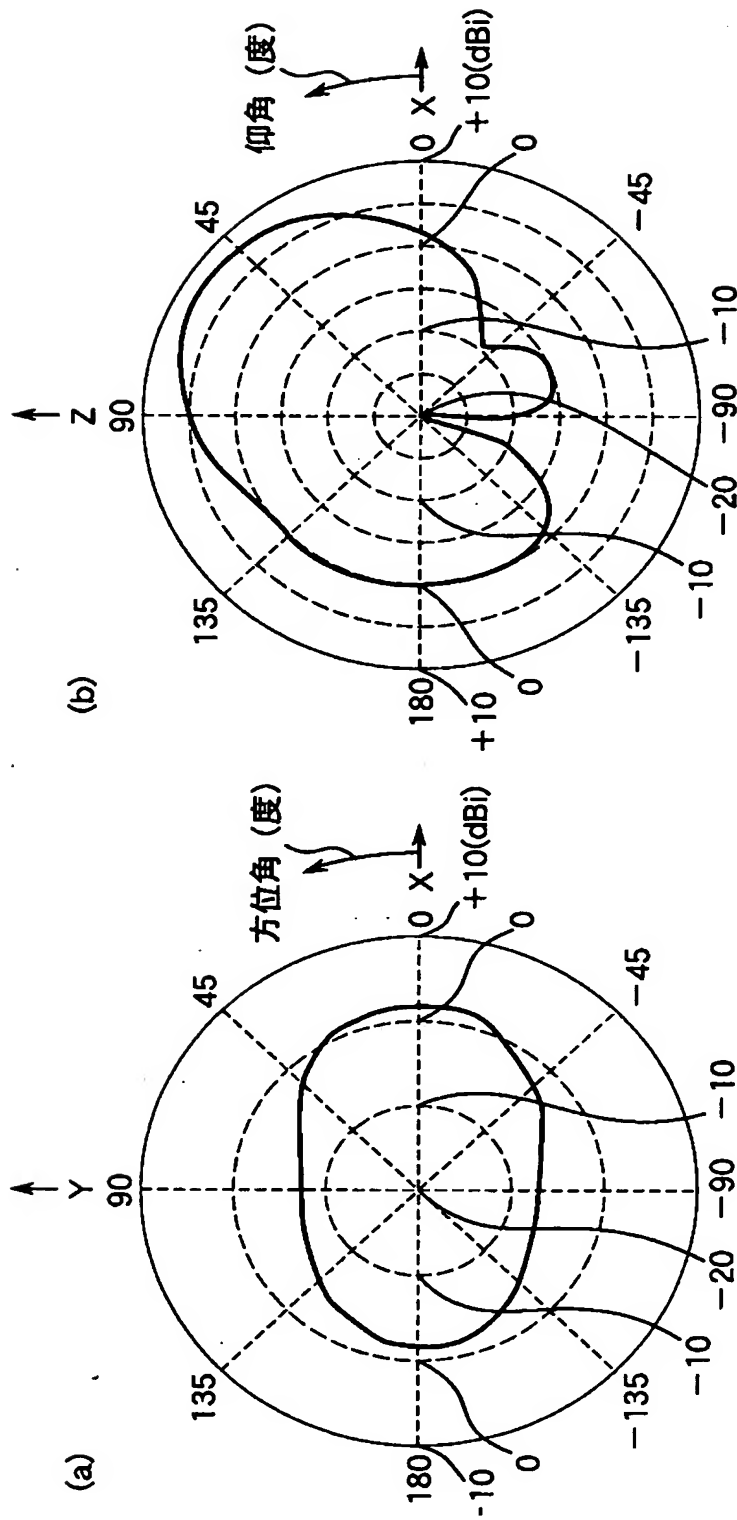
### 第1の実施形態の第5の変形例



【図 13】

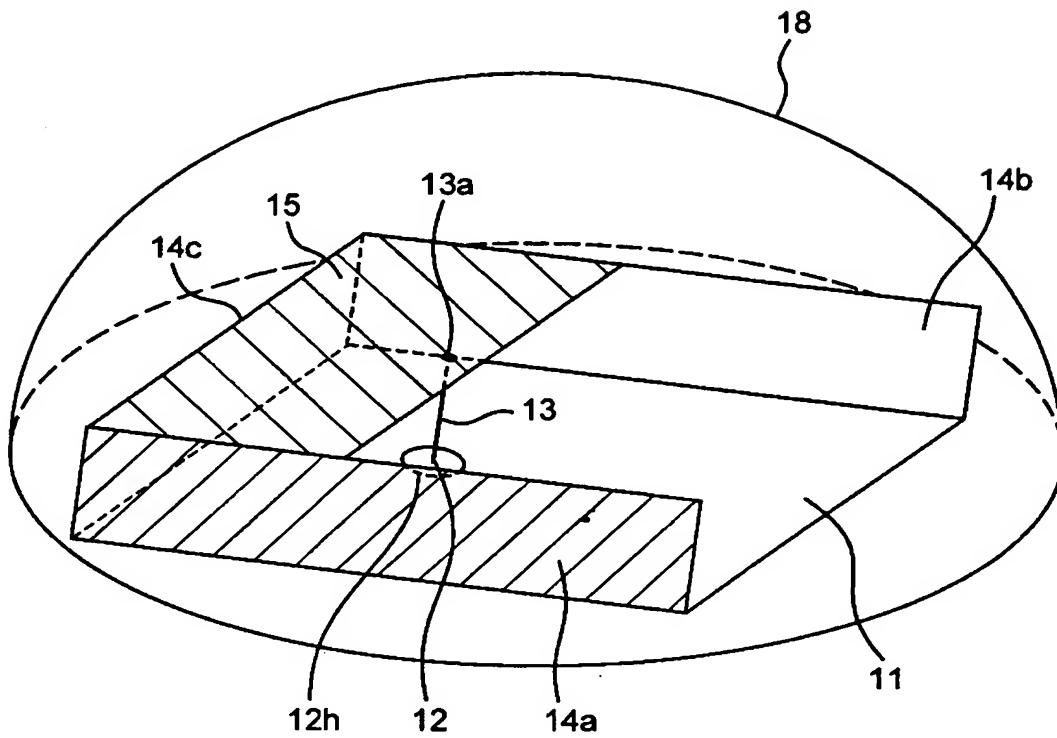


【图 1 4】



【図 1 5】

第1の実施形態の第3の実施例

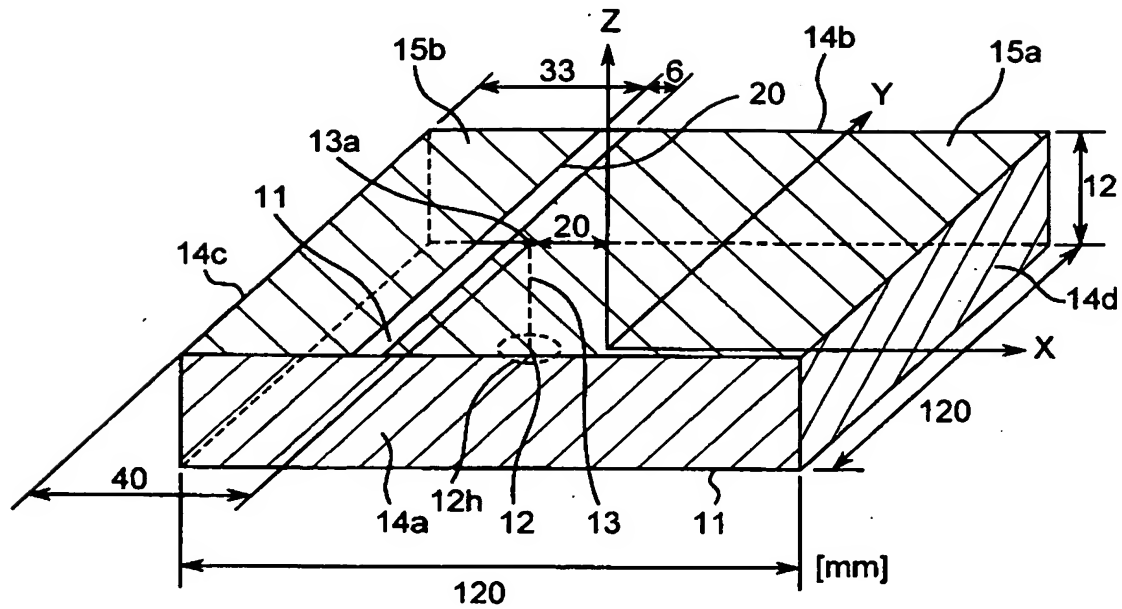




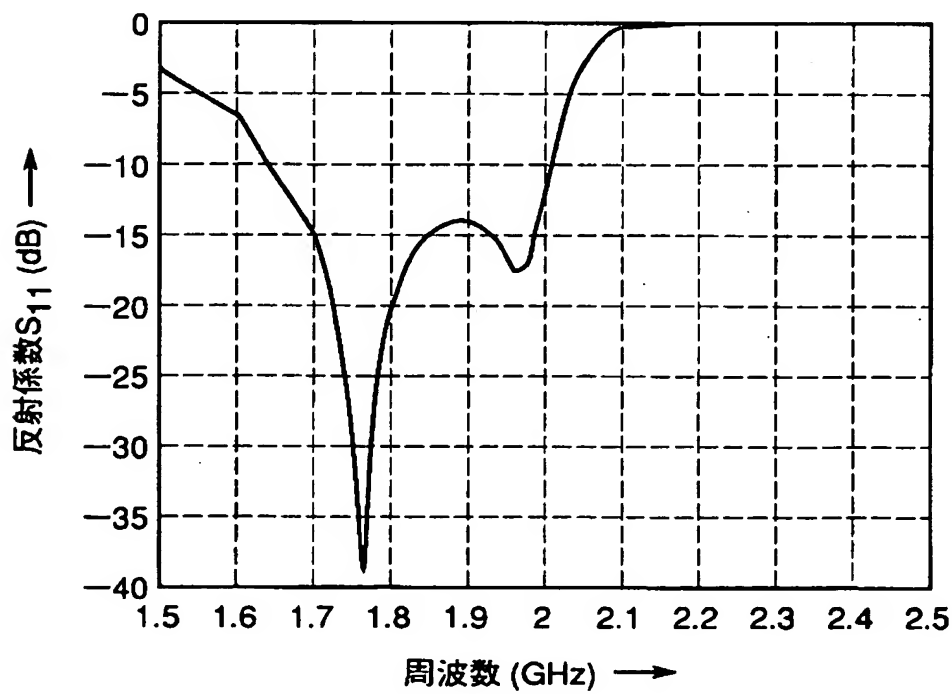


【図 1 8】

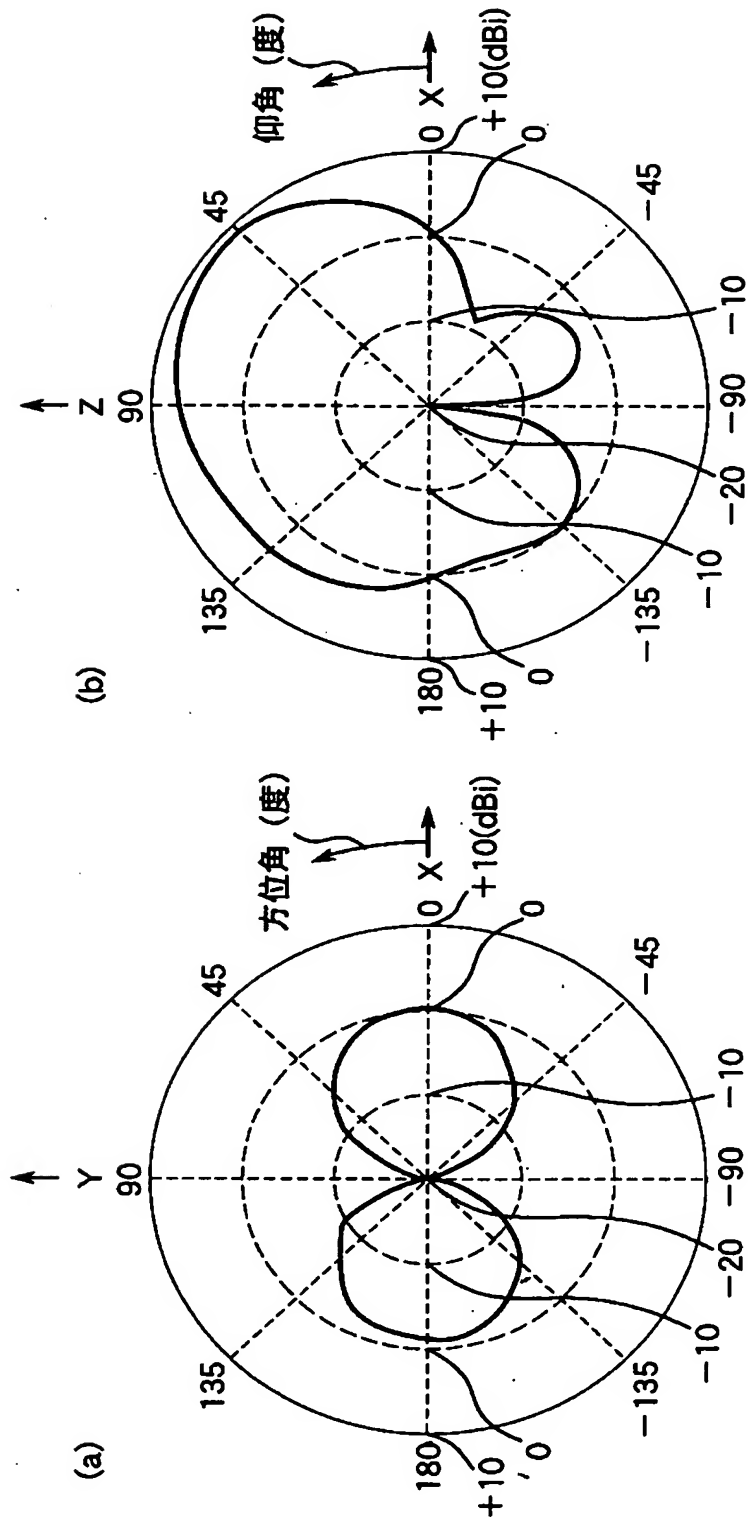
第2の実施形態の第1の実施例



【図 1 9】



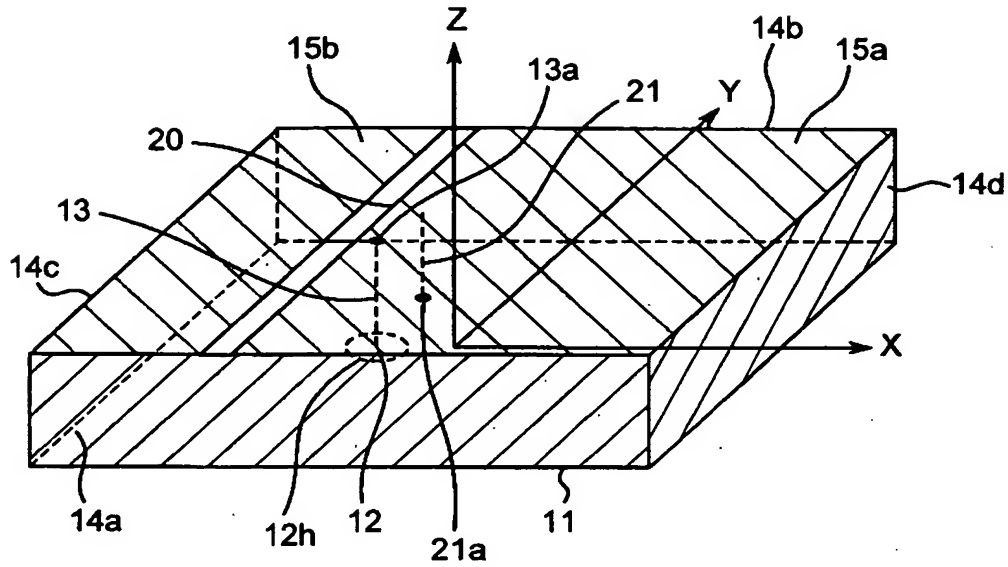
【图 2 0】





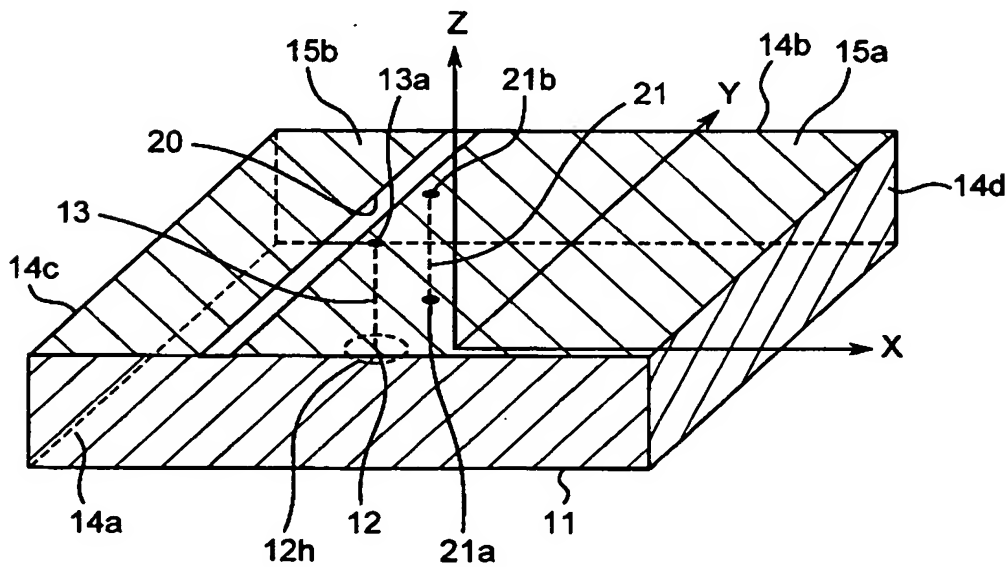
【図 2 2】

第2の実施形態の第1の変形例



【図 2 3】

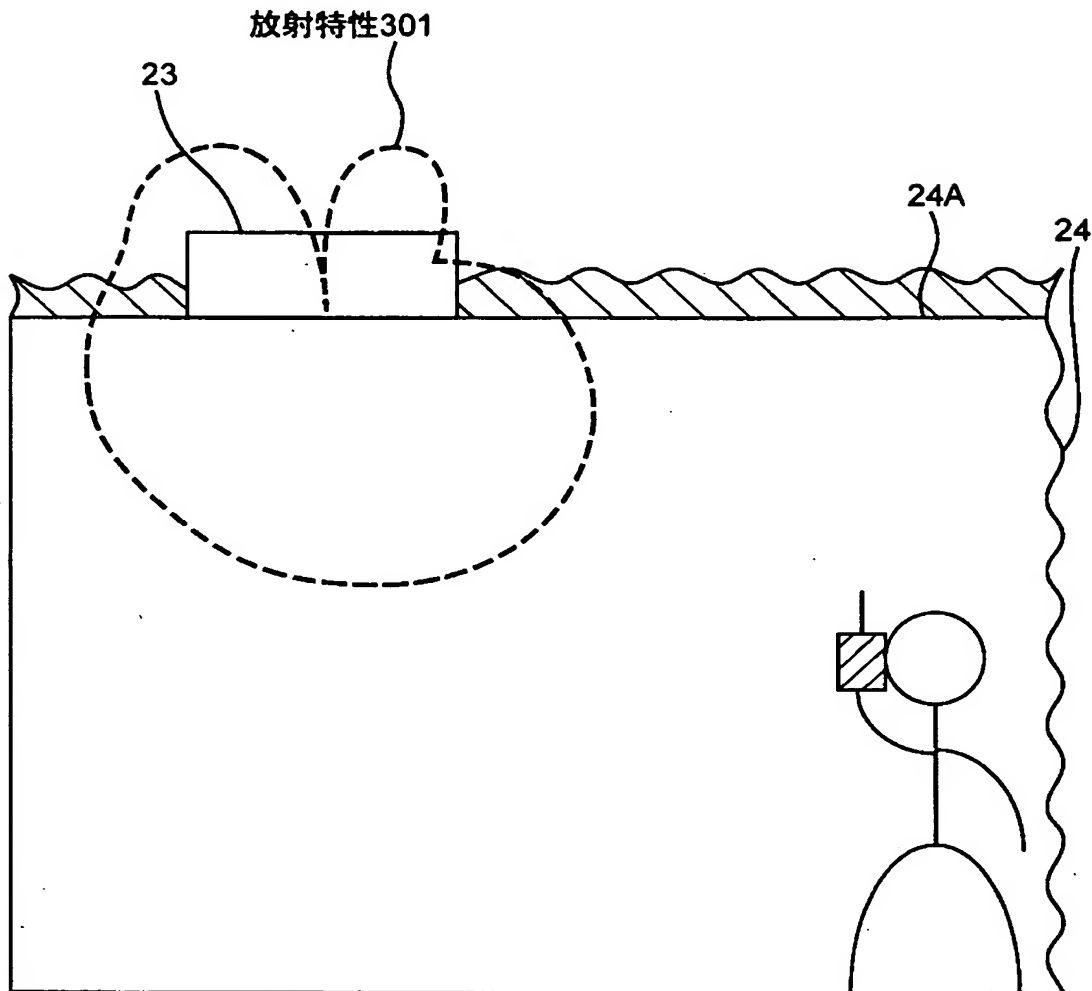
第2の実施形態の第2の変形例





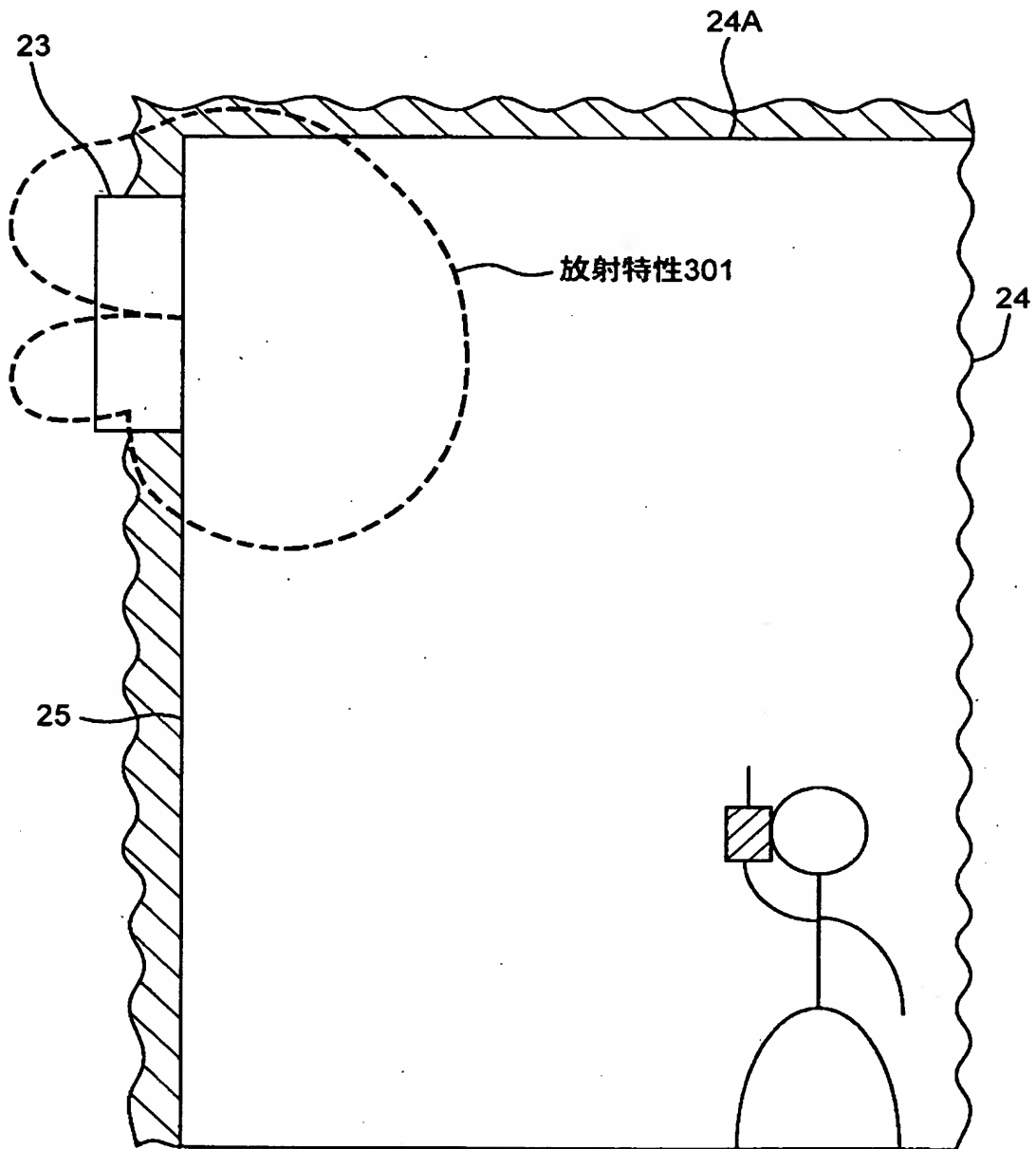
【図 2 6】

第2の実施形態の第3の実施例



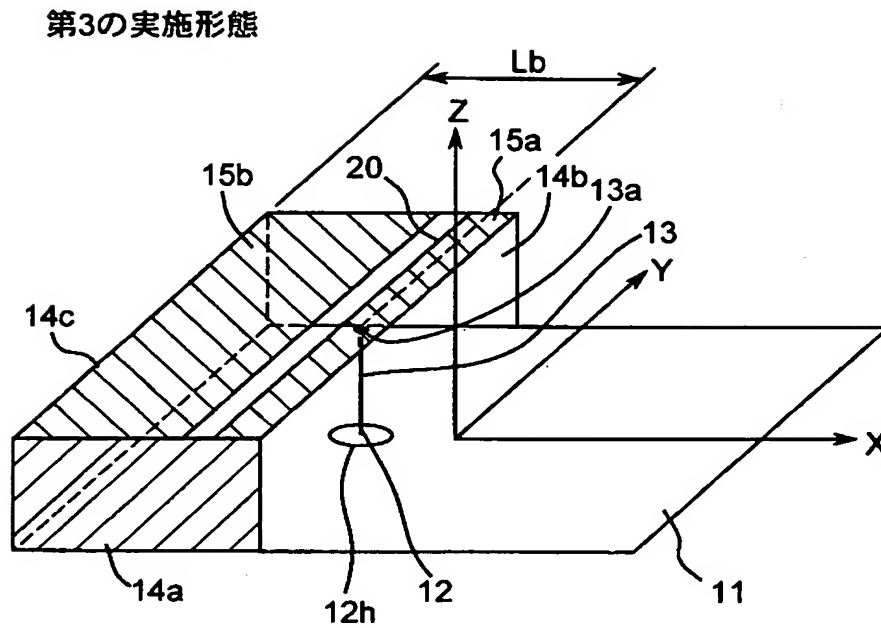
【図 2 7】

第2の実施形態の第4の実施例

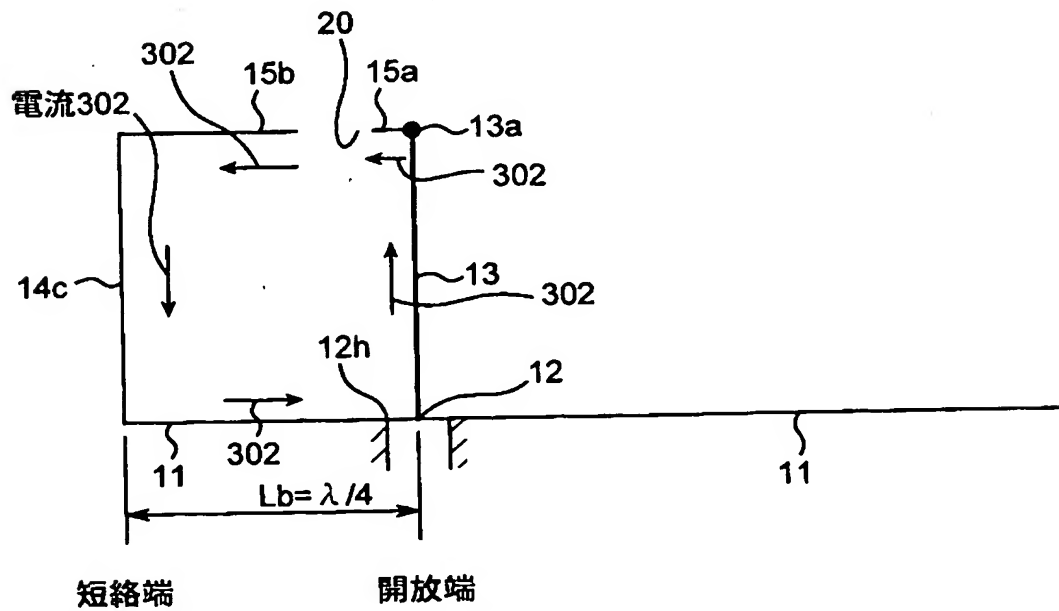




【図 2 8】



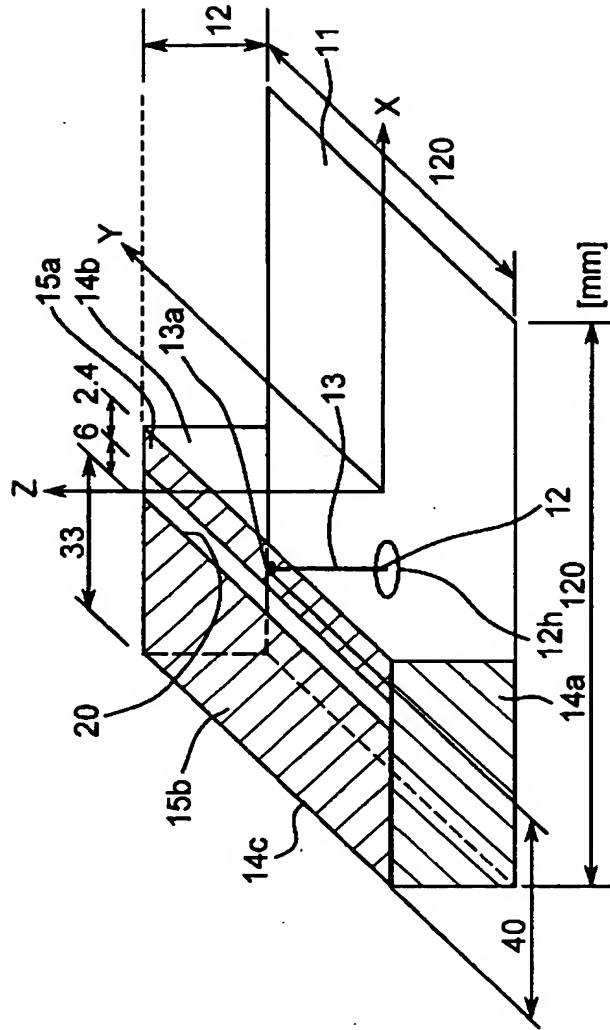
【図 2 9】



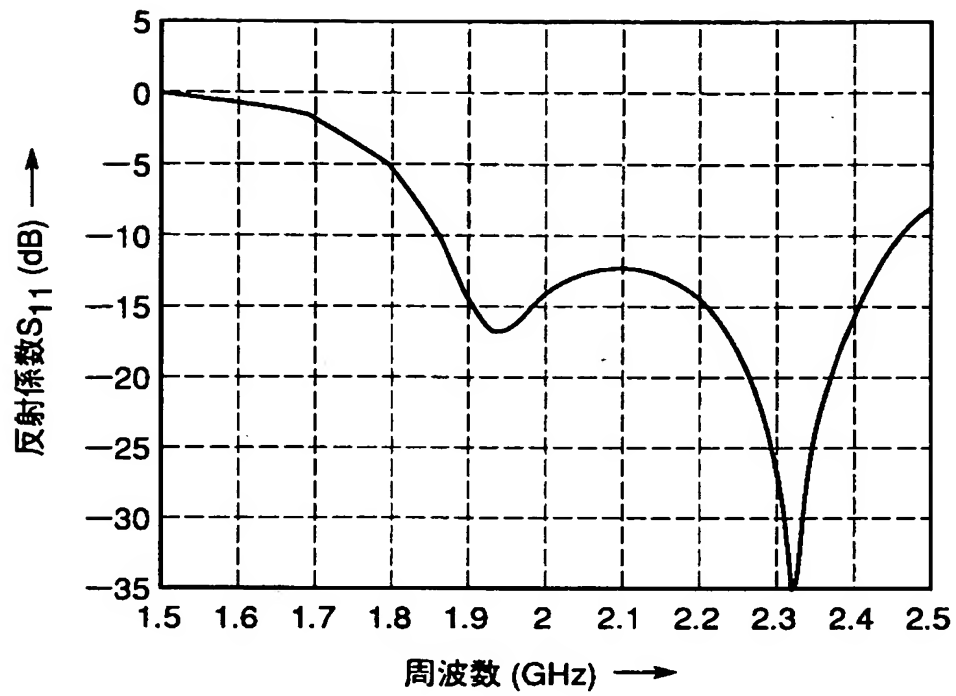


【図 3 1】

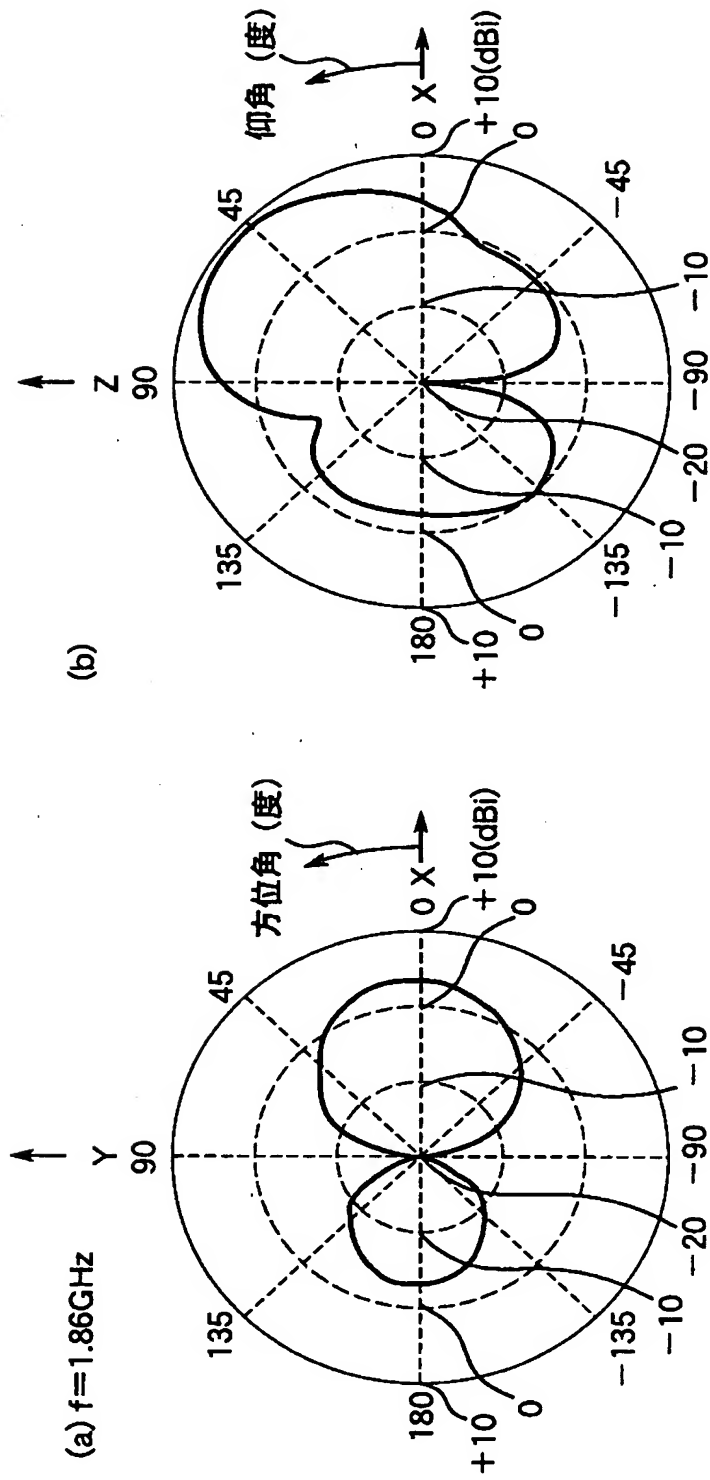
第3の実施形態の実施例



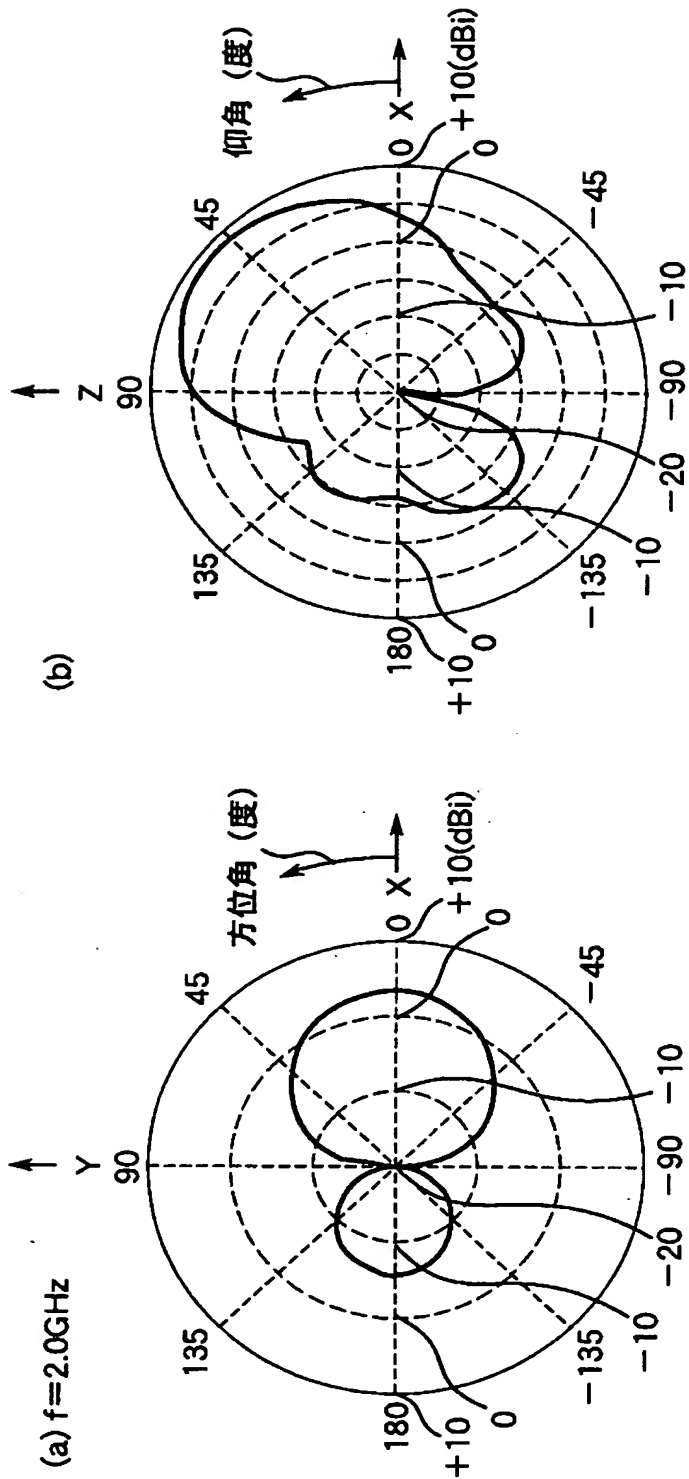
【図 3 2】



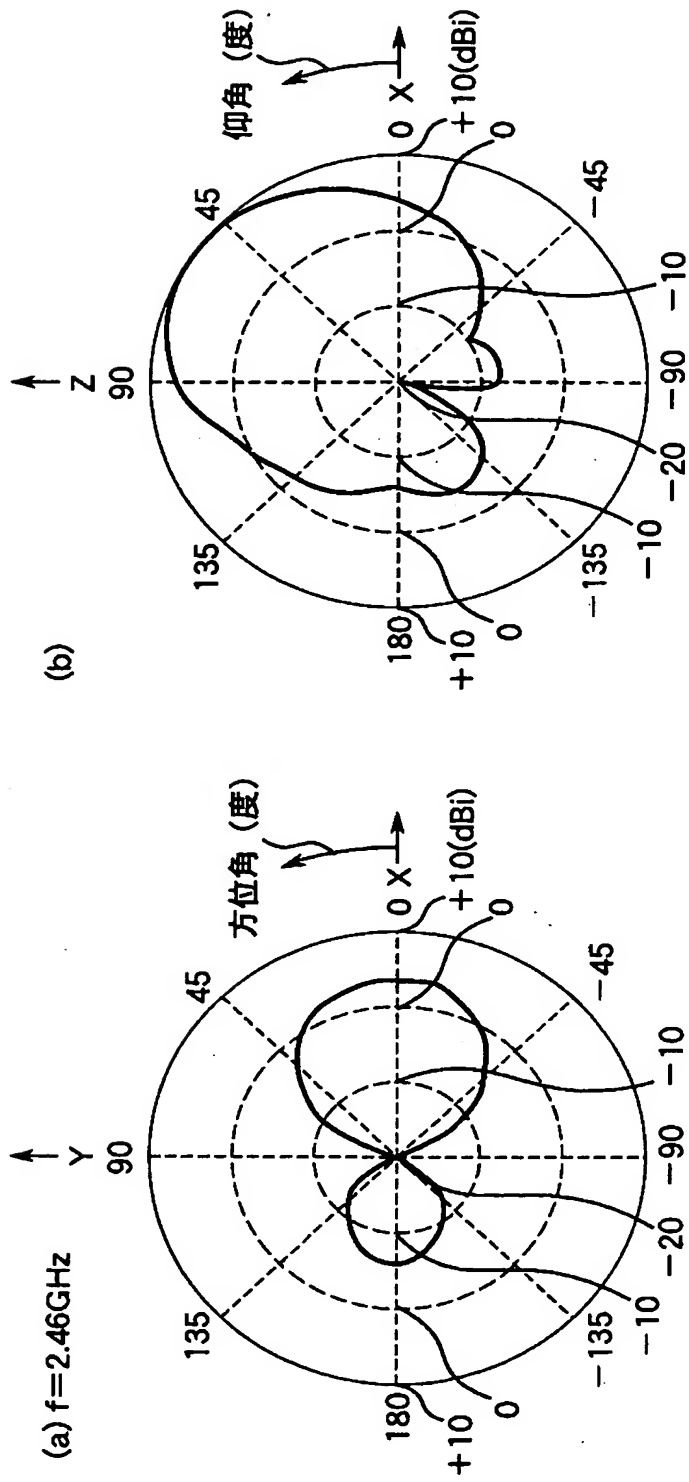
【図 3 3】



【图 3 4】

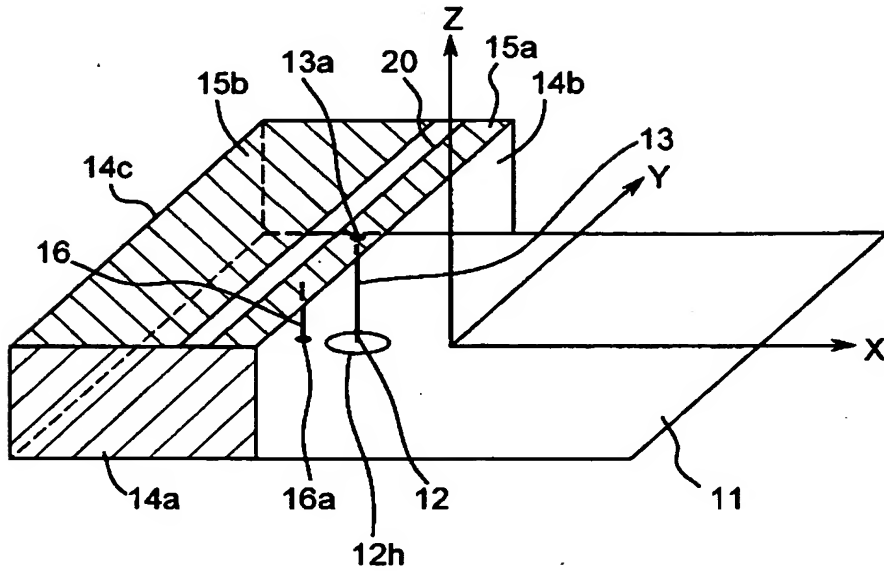


【图 3 5】



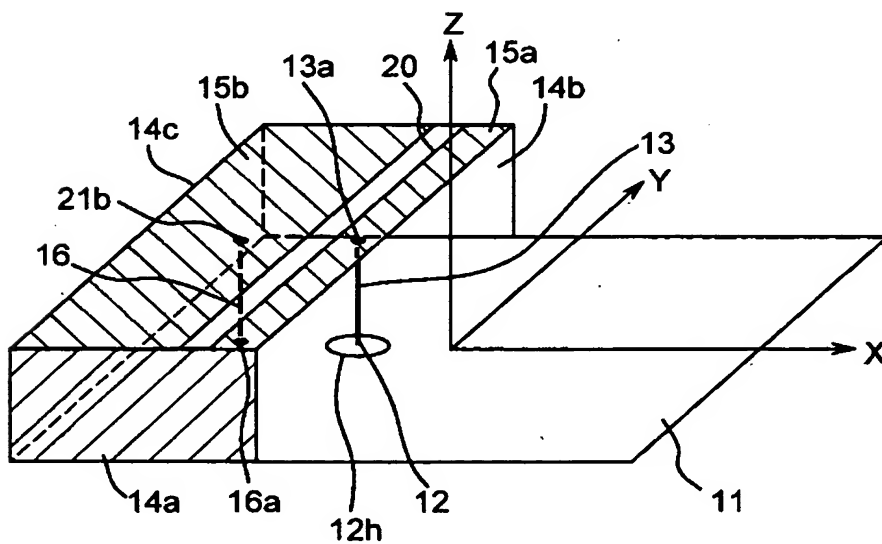
【图 3 6】

### 第3の実施形態の第1の変形例



【図 3 7】

### 第3の実施形態の第2の変形例

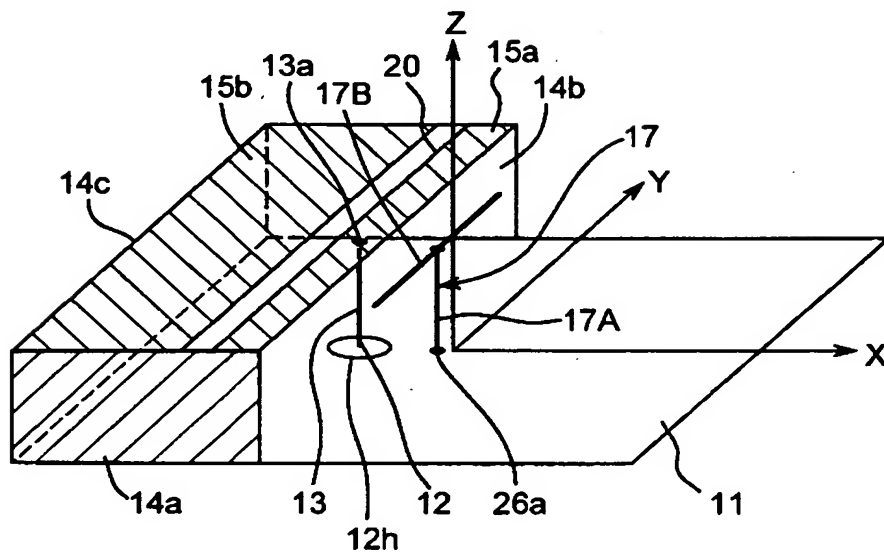






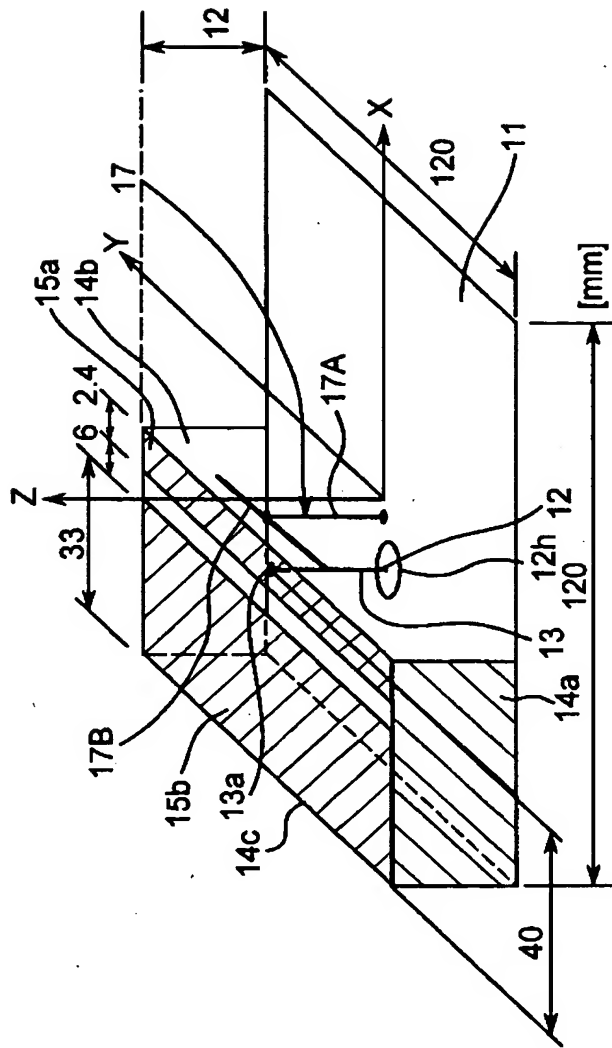
【図 40】

### 第3の実施形態の第5の変形例

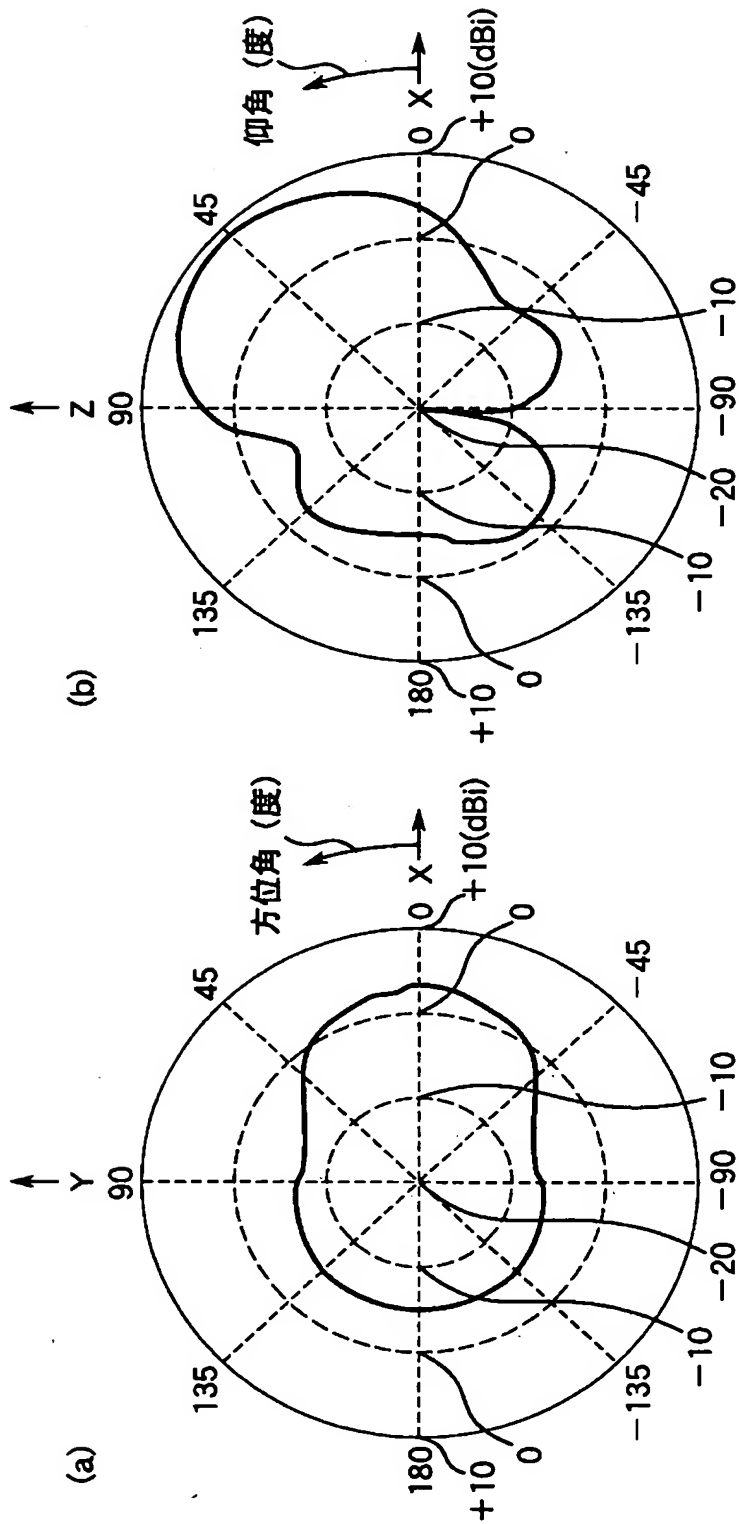


【図 4 1】

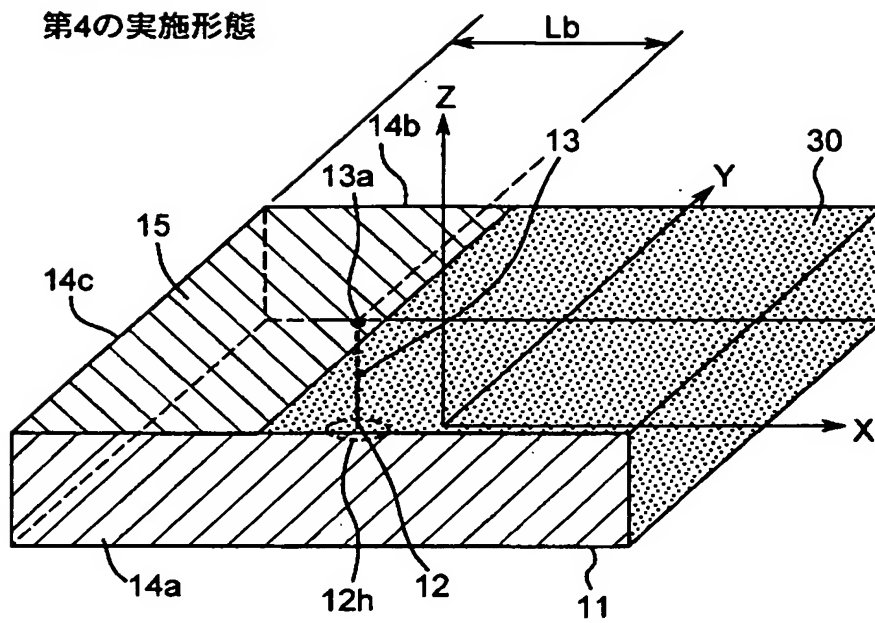
第3の実施形態の第5の変形例の実施例



【图 4 2】

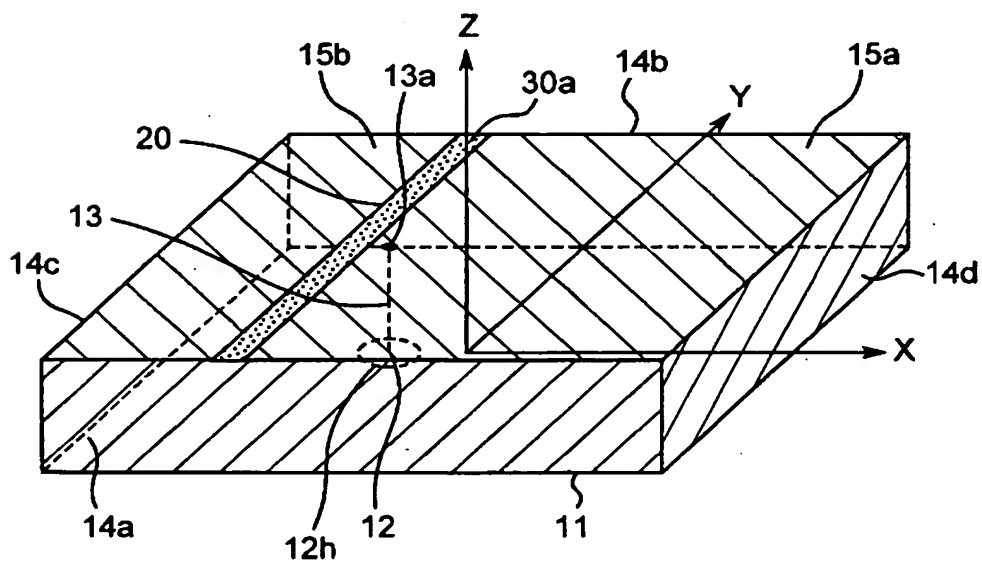


【図 4 3】



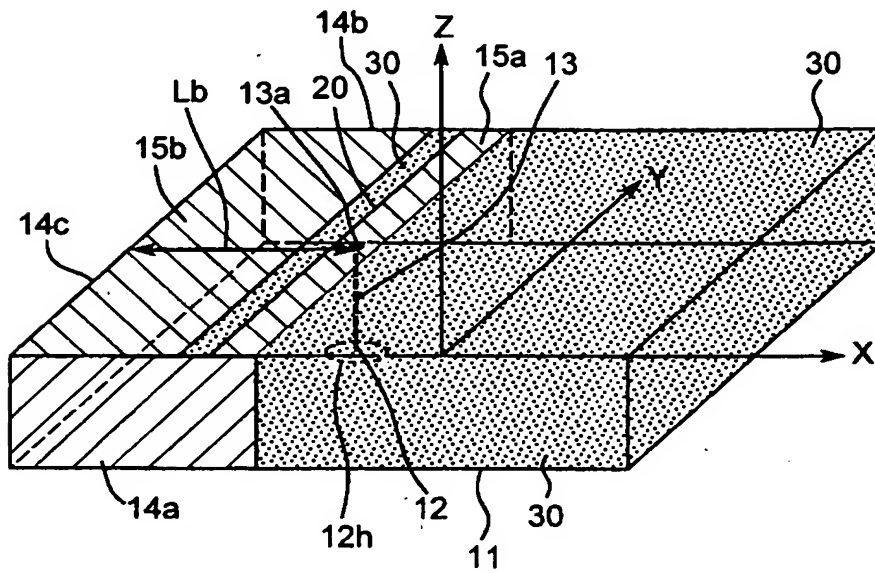
【図 4 4】

第4の実施形態の第1の変形例



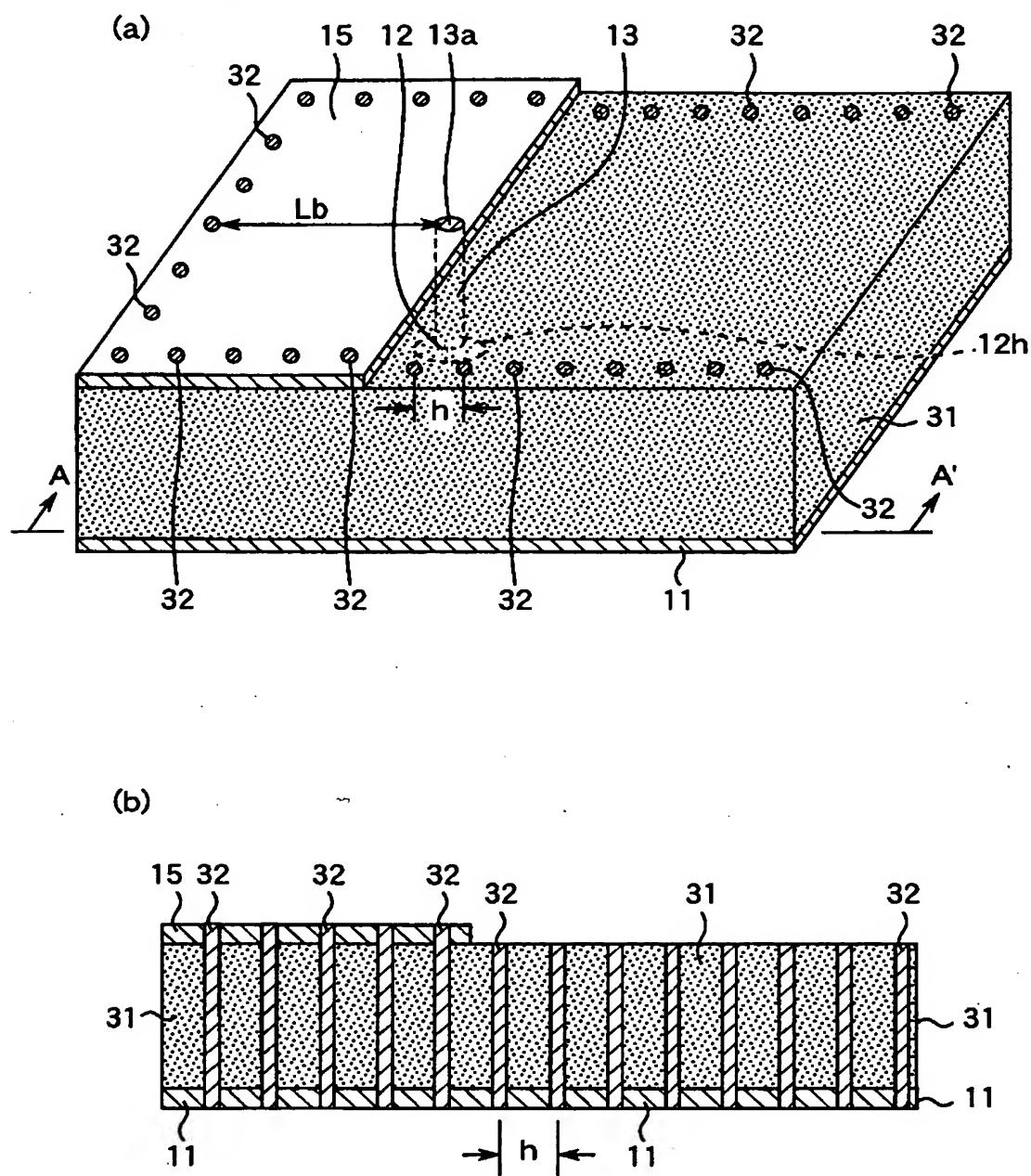
【図 4 5】

第4の実施形態の第2の変形例



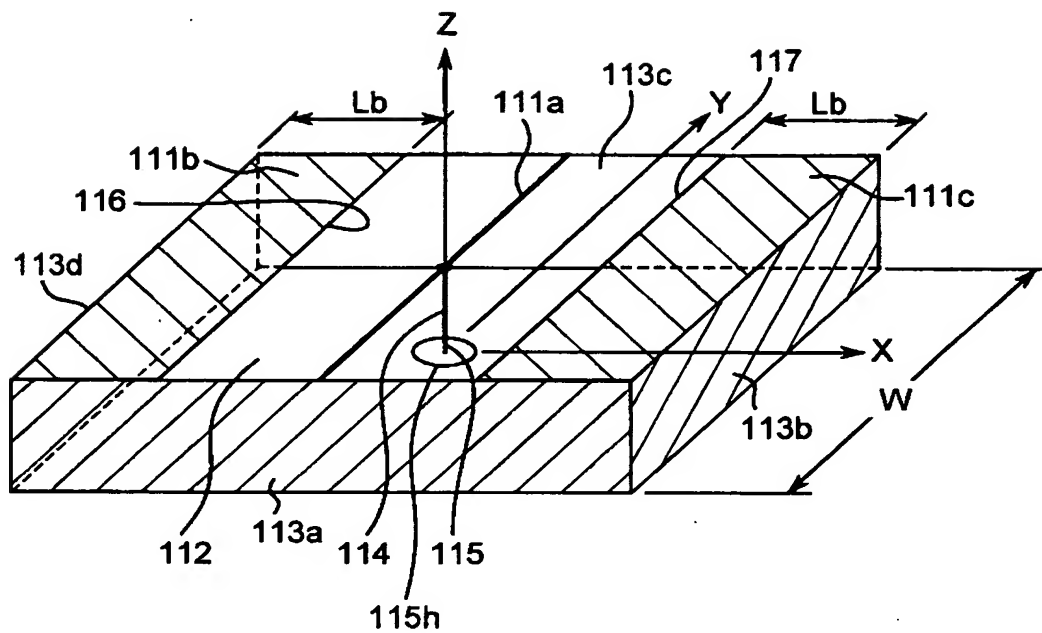
【圖 4 6】

## 第5の実施形態



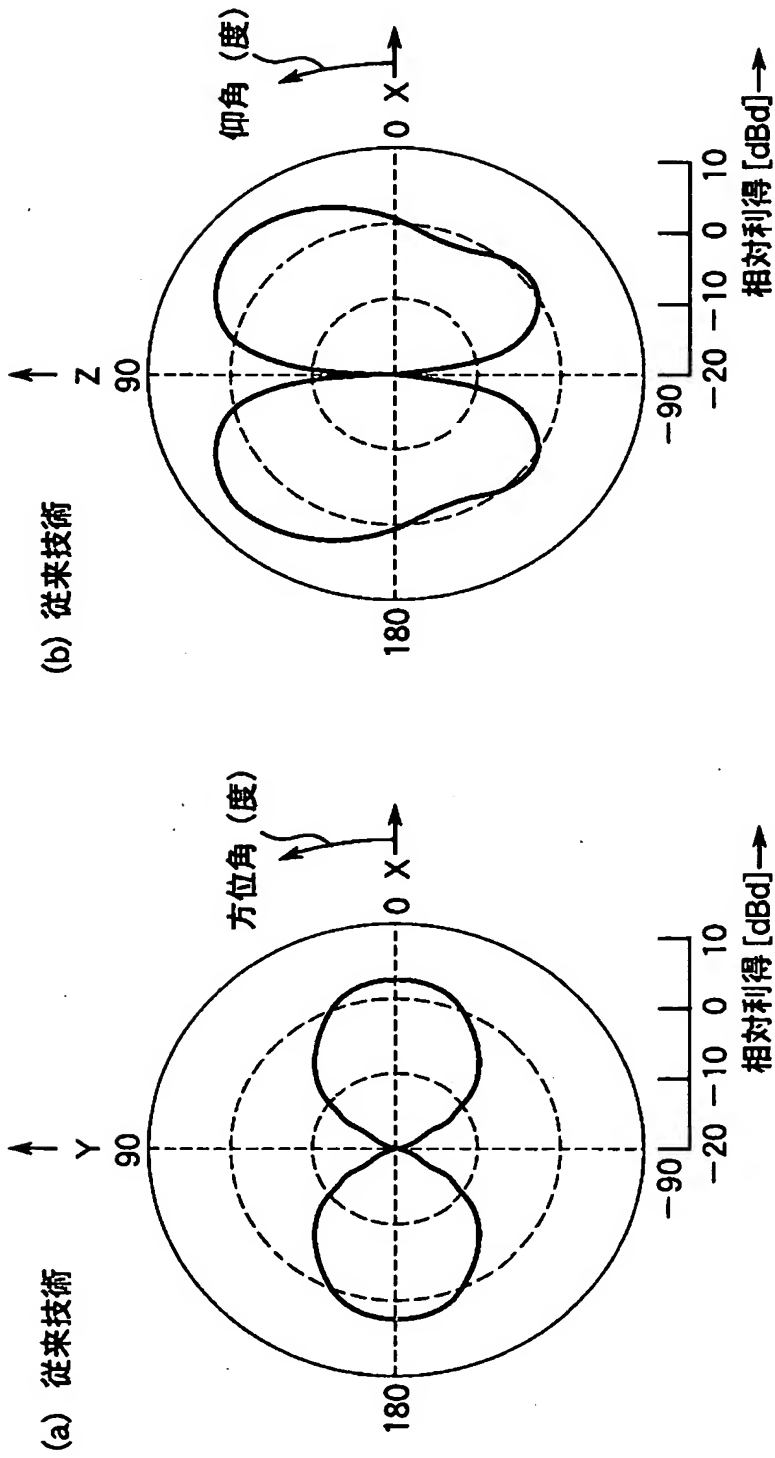
【図 4 7】

## 従来技術





【图 4 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 簡単な構造で一方向に強く電波を放射することが可能なアンテナ装置を提供する。

【解決手段】 導波管アンテナ装置は方形導波管とアンテナ素子 1 3 とを備えて構成される。方形導波管は、互いに対向する接地導体 1 1 及び天井導体 1 5 と、接地導体 1 1 と天井導体 1 5 とを連結しかつ互いに対向する 2 つの側面導体 1 4 a, 1 4 b とから構成され、一端が終端導体 1 4 c により短絡されかつ他端が開放される。アンテナ素子 1 3 は、一端が天井導体であって開放された方形導波管の他端の近傍に電氣的に接続されかつ他端が接地導体に位置する給電部に電氣的に接続される。天井導体 1 5 の開放された他端側の一部の部分が除去され、給電部 1 2 に給電された無線信号の電波は天井導体 1 5 の除去された部分及び方形導波管の開放された他端から放射される。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 8 2 1 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 8 日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地  
氏 名 松下電器産業株式会社